

**Studienabbruch und Studienfachwechsel in der
Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische
Untersuchung von Bedingungsfaktoren**

Von der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
genehmigte Dissertation

von

Miriam Dieter

aus Oberhausen

Referent: Prof. Dr. Günter Törner

Korreferent: Prof. Dr. Bettina Rösken-Winter

Korreferent: Prof. Dr. Stefan Halverscheid

Datum der mündlichen Prüfung: 11. Juni 2012

Danksagung

Mein Dank gilt an erster Stelle meinem Doktorvater Prof. Dr. Günter Törner, der diese Arbeit mit zahlreichen wertvollen Impulsen begleitet hat und der mir darüber hinaus die Möglichkeit eröffnet hat, in Projekten mitzuarbeiten sowie an internationalen Tagungen teilzunehmen. Außerdem möchte ich mich bei Jun.-Prof. Dr. Bettina Rösken bedanken, die immer ein offenes Ohr für mich hatte und mich stets unterstützt hat.

Ebenfalls danken möchte ich meinen Datenlieferanten beim Statistischen Bundesamt, ohne deren Hilfe der erste Teil dieser Arbeit niemals zustande gekommen wäre.

Ich danke außerdem meiner ehemaligen Kollegin Dr. Verena Gondek, mit der die letzten drei Jahre wie im Flug vergangen sind. Des Weiteren danke ich unseren studentischen Mitarbeiterinnen Britta Berndtsen und Carina Hüsken für die angenehme und schöne Zusammenarbeit.

Der größte Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mir während meiner Promotionszeit immer zur Seite standen.

Oberhausen, im November 2011

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Quantitative Bezifferung des Studienabbruchs und Studienfachwechsels	5
2.1. Ermittlung von Studienabbruchquoten – Forschungsstand	6
2.1.1. Studienabbruchquoten in den OECD-Bildungsberichten . . .	7
2.1.2. Die Studienabbruchstudien der HIS GmbH	8
2.1.3. Die Studie von Dell'mour & Landler	10
2.1.4. Die Studie von Zimmermann et al.	11
2.2. Anforderungen an Studien und Forschungsfragen	12
3. Deutschlandweite Abbruchquoten	15
3.1. Das Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes	15
3.1.1. Grundsätzliches über die Daten	15
3.1.2. Terminologisches	17
3.2. Prospektive Erfassung der Studienfachwechsel	19
3.2.1. Die Studienfachwechselquote	19
3.2.1.1. Determinierende Größen	20
3.2.1.2. Berechnungsmethodik	21
3.2.1.3. Methodische Probleme	22
3.2.1.4. Untersuchungspopulation	23
3.2.2. Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik	24
3.2.2.1. Frühe Studienfachwechsel	25
3.2.2.2. Späte Studienfachwechsel	32
3.2.2.3. Studienfachwechsel im Studienverlauf	34
3.2.3. Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik	36
3.2.3.1. Frühe Studienfachwechsel	36
3.2.3.2. Späte Studienfachwechsel	43
3.2.3.3. Studienfachwechsel im Studienverlauf	45
3.2.4. Studienbereichwechselquoten	47

3.3.	Retrospektive Erfassung der Studienfachwechsel	49
3.3.1.	Erfolgsquoten – Ein erster pragmatischer Ansatz	49
3.3.1.1.	Erfolgsquoten in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik	50
3.3.1.2.	Erfolgsquoten der Studienbereiche im Vergleich	53
3.3.2.	Erfolgsquoten – Ein präziserer zweiter Ansatz	56
3.3.2.1.	Berechnungsmethodik	56
3.3.2.2.	Erfolgsquoten in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik	58
3.4.	Zwischenresümee	60
4.	Fallstudie: Die Zahlen einer Universität	63
4.1.	Vorbemerkungen	63
4.2.	Das vorliegende Datenmaterial	64
4.3.	Fachausbildungen – Diplom	65
4.3.1.	Ein erster Überblick	65
4.3.2.	Campus Duisburg	69
4.3.2.1.	Studienabbruchquoten	69
4.3.2.2.	Studiengangwechselquoten	72
4.3.2.3.	Absolventenzahlen	76
4.3.3.	Campus Essen	77
4.3.3.1.	Studienabbruchquoten	78
4.3.3.2.	Studiengangwechselquoten	79
4.3.3.3.	Absolventenzahlen	81
4.4.	Fachausbildungen – Bachelor	82
4.5.	Zwischenresümee	86
5.	Studienabbruch und Studienfachwechsel – Forschungsstand	88
5.1.	Studienabbruch- und Studienfachwechseluntersuchungen	88
5.2.	Theoretische Erklärungsansätze	89
5.2.1.	Studienabbruchmodell von Tinto	90
5.2.2.	Studienabbruchmodell von HIS	92
5.3.	Prädiktoren des Studienabbruchs und Studienfachwechsels	94
5.3.1.	Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse	94
5.3.2.	Leistungskurswahl	97
5.3.3.	Abiturnote und Mathematiknote	98
5.3.4.	Studienwahlmotive	99
5.3.5.	Informationsstand zu Studienbeginn	100
5.3.6.	Teilnahme an Brückenkursen	101

5.3.7. Lernstrategien	101
5.3.8. Lehre an der Hochschule	102
5.3.9. Studienzufriedenheit	104
5.3.10. Erwerbstätigkeit	105
5.4. Secondary-Tertiary-Transition	105
5.5. Zwischenresümee	108
6. Synthese und Forschungsfragen	110
6.1. Modellvorstellung der Secondary-Tertiary-Transition	110
6.2. Forschungsfragen	115
7. Methodologie der Studie	118
7.1. Begründung des Einsatzes von Fragebögen	118
7.2. Reflexion der Methodenauswahl	119
7.2.1. Gütekriterium: Objektivität	119
7.2.2. Gütekriterium: Reliabilität	120
7.2.3. Gütekriterium: Validität	121
7.3. Vorbereitungen zur Datenerhebung	122
7.3.1. Entwicklung der Fragebögen	122
7.3.2. Technische Umsetzung der Fragebögen	129
7.4. Datenerhebung	129
7.5. Datenaufbereitung	130
7.6. Auswertung der Fragebögen	131
7.6.1. Explorative Faktorenanalyse	131
7.6.2. Clusteranalyse	133
8. Ergebnisse der Studie	137
8.1. Analyse und Ergebnisse des ersten Fragebogens	137
8.1.1. Analyse der Prädiktoren	138
8.1.1.1. Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse	138
8.1.1.2. Leistungskurswahl und Notendurchschnitt	141
8.1.1.3. Studienwahlmotive	143
8.1.1.4. Teilnahme an Brückenkursen	144
8.1.1.5. Lernstrategien	144
8.1.1.6. Erwartungen an sich selbst und an die Lehre an der Hochschule	145
8.1.2. Studienabbruch- und Studienfachwechselgründe	148
8.1.3. Zwischenresümee	148

8.2. Analyse und Ergebnisse des zweiten Fragebogens	149
8.2.1. Analyse der Prädiktoren	150
8.2.1.1. Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse	150
8.2.1.2. Leistungskurswahl und Notendurchschnitt	152
8.2.1.3. Teilnahme an Brückenkursen	154
8.2.1.4. Lernstrategien und Lernverhalten	154
8.2.1.5. Einschätzung des bisher erlebten Studiums	156
8.2.1.6. Zufriedenheit mit dem Studium	159
8.2.1.7. Erwerbstätigkeit	161
8.2.1.8. Abbruch- und Fachwechselmotive	161
8.2.2. Auswahl der Prädiktoren für die Clusteranalyse	162
8.2.3. Clusteranalytische Auswertung	163
8.2.3.1. Vorüberlegungen	163
8.2.3.2. Bestimmen der Clusteranzahl mit der Ward-Methode	166
8.2.3.3. Verbesserung der gefundenen Ausgangspartition mit der k-means-Methode	169
8.2.3.4. Ausprägungen in den vier Clustern	171
8.2.3.5. Interpretation der vier Cluster	175
9. Fazit und Ausblick	180
9.1. Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse	180
9.2. Empfehlungen zur Gestaltung des Übergangs	185
9.2.1. Perspektive der Schulen	185
9.2.2. Perspektive der mathematischen Fakultäten	187
9.3. Ausblick	189
A. Der U-Test von Mann und Whitney	191
B. Erfolgsquoten	194
C. Erster Fragebogen	219
D. Zweiter Fragebogen	224
Abbildungsverzeichnis	229
Tabellenverzeichnis	234
Literaturverzeichnis	235

1. Einleitung

Der Studienabbruch wird derzeit vielfach sowohl in der öffentlichen Diskussion zur Verbesserung der Studienbedingungen als auch in der Forschung über Wissensprozesse bei Studierenden thematisiert. Die Studienabbruchquote wird vor allem als ein wichtiger Indikator für die Attraktivität und Effektivität der akademischen Ausbildung und somit für die Leistungsfähigkeit des tertiären Bildungssektors angesehen. Dementsprechend wird von Seiten der Hochschulen jeder Studienabbruch als eine Fehlleitung von finanziellen Ressourcen bewertet. Andererseits muss ein Studienabbruch auch aus Sicht des betroffenen Individuums betrachtet werden. Es kann sein, dass dieser Schritt sehr früh im Studium vorgenommen wird und lediglich als Korrektur einer falschen Entscheidung angesehen wird. Es ist aber ebenso möglich, dass der Studienabbruch für den Abbrecher einen biografischen Bruch darstellt und dementsprechend mit einer Fehlleitung von Humanressourcen verbunden ist.

In einer Zeit, in der sich die Entwicklung hin zu einer wettbewerbsorientierten Hochschullandschaft vollzieht, kommt der Forderung nach einer Erhöhung der Studienerfolgsrate und einer parallelen Senkung des Studienabbruchs besondere Aufmerksamkeit zu. Um dieses Ziel zu erreichen, muss zum Einen das Ausmaß des Studienabbruchs exakt quantifiziert werden können und zum Anderen müssen die Motive und Ursachen identifiziert werden, die zu einer Aufgabe des Studiums führen. Diese beiden Gesichtspunkte und der Umstand, dass derzeit in den Medien vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern von einem Fachkräftemangel berichtet wird, bilden die Grundlage für unsere Untersuchungen.

Wir beschlossen, den Fokus allein auf die mathematischen Studienfächer zu richten und mussten mit Erstaunen feststellen, dass es keine Studien gibt, die den Studienabbruch in der Mathematik exakt beziffern können, und dass es bisher auch keine Untersuchungen gibt, die hinreichende Erklärungen für dieses Phänomen in der Mathematik liefern. Außerdem mussten wir erkennen, dass die empirische Erfassung von Studienabbrüchen sich in der Studienabbruchforschung als nicht ganz einfach darstellt. Der Begriff des Studienabbruchs wird in der Forschungsliteratur nicht einheitlich verwendet. So existieren beispielsweise Studien, in denen ein Studienabbruch ausschließlich als das endgültige Verlassen des Hochschulsystems angesehen wird, während in anderen Studien wiederum auch Studienfachwechsel oder Hochschulwechsel in die Analysen eingeschlossen werden. Darüber hinaus hat diese Thematik in der mathematikdi-

daktischen Forschung bis dato nur begrenzte Aufmerksamkeit erfahren. Es werden einzelne Aspekte und deren Auswirkungen auf Studienabbrüche und Studienfachwechsel thematisiert, aber bisher wurde kein Modell entwickelt, das dieses Phänomen erklärt.

Das erste Anliegen dieser Arbeit besteht in einer möglichst genauen Erfassung des Ausmaßes des Studienabbruchs in der Mathematik, der für uns auch Fachwechsel in andere Studienrichtungen beinhaltet. Dabei interessieren uns einerseits nationale Zahlen und andererseits auch Zahlen für die eigene Hochschule. Das zweite Anliegen ergibt sich aus dem ersten. Es ist unser Ziel, Studienabbrüche und Studienfachwechsel in mathematischen Studiengängen begreifbar zu machen. Dabei beschränken wir uns auf die Studieneingangsphase, in der die meisten Studierenden verloren gehen, und fokussieren Faktoren, die von Seiten der Hochschulen beeinflusst werden können. Um dies zu erreichen, nehmen wir zunächst eine Bestandsaufnahme der Forschungsarbeiten und Forschungsergebnisse in der Mathematikdidaktik und in der Pädagogischen Psychologie, aus der die meisten Arbeiten zu diesem Thema stammen, vor. Durch die Literaturrecherche können wir die für die Mathematik relevanten Prädiktoren des Studienabbruchs ermitteln und im Rahmen einer empirischen Studie, in der wir Studienanfänger der Mathematik befragen, erörtern. Demnach beinhaltet diese Arbeit sowohl eine quantitative Annäherung an das Thema, eine Diskussion des aktuellen Forschungsstandes als auch eine empirische Auseinandersetzung mit der Thematik.

Vor diesem Hintergrund ist die vorliegende Dissertation wie folgt gegliedert:

- Zunächst wird in Kapitel 2 ein Überblick über die bisher veröffentlichten Studien gegeben, in denen der Studienabbruch – jeweils unter unterschiedlichen Gesichtspunkten – beziffert wird (vgl. Kapitel 2.1). Im Anschluss daran zeigen wir auf, dass diese Studien für unsere Zwecke nicht brauchbar sind und beschreiben deshalb Anforderungen, denen eine Untersuchung genügen muss, um unsere parallel formulierten Forschungsfragen beantworten zu können (vgl. Kapitel 2.2).
- In Kapitel 3 erörtern wir zunächst das Datenmaterial, das wir vom Statistischen Bundesamt für unsere Untersuchung zur Verfügung gestellt bekommen haben (vgl. Kapitel 3.1). Anschließend definieren und berechnen wir Studienfachwechselquoten, die uns Auskunft darüber geben, wie viele Studierende in einem bestimmten Studienfach und einer bestimmten Prüfungsgruppe nach dem n -ten Fachsemester ebendieses Studium aufgegeben haben. Dabei beschränken wir uns auf die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik und auf die Prüfungsgruppen Diplom und Bachelor. Zusätzlich untersuchen wir, ob männliche und weibliche Studierende ein unterschiedliches Studienfachwechselverhalten aufweisen (vgl. Kapitel 3.2). Außerdem beschäftigen wir uns damit, wie viele

Studierende ein Studium der Mathematik erfolgreich beenden. Dazu konzeptionieren wir ein Verfahren, mit dem sich auf Basis eines Absolventenjahrgangs Erfolgsquoten berechnen lassen (vgl. Kapitel 3.3).

- Die in Kapitel 3 berechneten Studienfachwechselquoten gelten für die gesamte Bundesrepublik Deutschland. Da uns aber auch an der Ursachenforschung von Studienabbrüchen und Fachwechseln gelegen ist, gehen wir auf die Ebene der Hochschulen herunter und betrachten als Fallbeispiel in Kapitel 4 die Situation an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen.
- In Kapitel 5 werden die bekanntesten Erklärungsmodelle für Studienabbrüche aus der Literatur vorgestellt und mit Blick auf unser Forschungsvorhaben kritisch diskutiert (vgl. Kapitel 5.2). Anschließend werden die wichtigsten Prädiktoren für Studienabbrüche und Studienfachwechsel, die vorwiegend in der Pädagogischen Psychologie diskutiert werden, erläutert (vgl. Kapitel 5.3). Aus der Berechnung der Studienfachwechselquoten konnten wir ersehen, dass der Handlungsschwerpunkt auf die Studieneingangsphase zu legen ist. Deshalb erfolgt zusätzlich ein Überblick über die mathematikdidaktische Forschung zu Studienabbrüchen und Studienfachwechseln innerhalb des ersten Studienjahres; dies wird in der Literatur als *Secondary-Tertiary-Transition* bezeichnet (vgl. Kapitel 5.4).
- In Kapitel 6 erfolgt eine Synthese der mathematikdidaktischen und der psychologischen Forschungsergebnisse, auf deren Basis wir eine Modellvorstellung des Prozesses der Secondary-Tertiary-Transition in der Mathematik entwickeln (vgl. Kapitel 6.1). Vor diesem Hintergrund werden die Forschungsfragen für den zweiten Teil der vorliegenden Arbeit formuliert (vgl. Kapitel 6.2).
- In Kapitel 7 wird das methodische Design des zweiten Teils dieser Arbeit diskutiert. Unter Berücksichtigung der im vorangegangenen Kapitel gestellten Forschungsfragen werden in der Studie qualitative Verfahren eingesetzt. Dies beinhaltet die Entwicklung und Verwendung zweier geschlossener Fragebögen, die bei Studienanfängern eingesetzt werden. Zunächst werden die hier eingesetzten Methoden begründet (vgl. Kapitel 7.1) und reflektiert (vgl. Kapitel 7.2). Anschließend erfolgt eine Darlegung der Vorbereitungen zur Datenerhebung (vgl. Kapitel 7.3), der Erhebung (vgl. Kapitel 7.4), der Datenaufbereitung (vgl. Kapitel 7.5) sowie deren Auswertung (vgl. Kapitel 7.6).
- In Kapitel 8 werden die Ergebnisse der Studie präsentiert. Nach einer faktorenanalytischen Auswertung werden zunächst Prädiktoren identifiziert, die zur

Klassifizierung der Studienanfänger durch eine Clusteranalyse eingesetzt werden. Anschließend werden die ermittelten Studierendentypen ausführlich beschrieben und über die Ergebnisse werden zudem Rückschlüsse auf die Studienabbruchrisiken der einzelnen Gruppen gezogen.

- Abschließend werden in Kapitel 9 die zentralen Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammengefasst (vgl. Kapitel 9.1), Handlungsempfehlungen an Schulen und mathematische Fakultäten (vgl. Kapitel 9.2) sowie ein Ausblick über weitere Forschungsperspektiven gegeben (vgl. Kapitel 9.3), die sich aus der vorliegenden Arbeit ergeben.

2. Quantitative Bezifferung des Studienabbruchs und Studienfachwechsels

Man dürfte annehmen, dass es ein Leichtes sein sollte, in Deutschland Studienabbruchquoten zu ermitteln. Ein exaktes Ergebnis ließe sich mittels einer Studienverlaufsstatistik bestimmen, über die ein jeder Studierender von der Immatrikulation bis zum Verlassen des Hochschulsystems verfolgt werden kann. Seit der Änderung des Hochschulstatistikgesetzes vom 2.11.1990 ist ein solches Vorgehen jedoch nicht mehr zulässig und es darf keine Studienverlaufsstatistik¹ mehr geführt werden. Darüber hinaus schützt das Bundesdatenschutzgesetz die Verarbeitung von Individualdaten zu wissenschaftlichen Zwecken; §40 (2) BDSG besagt, dass „personenbezogene Daten zu anonymisieren sind“.

Ein weiteres zusätzliches Problem ergibt sich dadurch, dass keine einheitliche Definition für den „Studienabbruch“ existiert. Intuitiv versteht man unter Studienabbruch das Beenden eines Studiums ohne Abschluss und damit verbunden das endgültige Ausscheiden aus dem Hochschulsystem. Möchte man aber die Abbruchquote für eine einzelne Hochschule bestimmen, so greift diese Definition nicht mehr. Bezüglich dieser Perspektive wäre ein Studienabbruch ein Verlassen dieser Hochschule ohne Abschluss. Dies ist aber nicht gleichbedeutend damit, dass das Hochschulsystem endgültig verlassen wird, da ebenso ein Hochschulwechsel vorgenommen werden kann. Noch enger ist der Studienabbruch aufzufassen, wenn sich auf einen speziellen Studiengang – sei es deutschlandweit oder limitiert auf eine Hochschule – beschränkt wird. Wechselt ein Studierender aus diesem Studiengang in einen anderen, so liegt aus Sicht des ursprünglichen Studiengangs auch hier ein Studienabbruch vor.

Unter Berücksichtigung dieser beiden Problemfelder ist somit zu beachten, dass sowohl durch das zugrundeliegende Datenmaterial, durch das Forschungsdesiderat als auch durch die verwendete Studienabbruchdefinition die zu diesem Thema existierenden Studien heterogen sind. „Um einzelne Studienabbruchuntersuchungen miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig zu prüfen, was der eigentliche Gegenstand der Untersuchung ist und welche Definition zugrunde liegt“ (Schröder-Gronostay (1999), S. 213).

¹Willand (2007) führt aus, in welchem Umfang solche Analysen in der Bundesrepublik Deutschland nach der Änderung des Hochschulstatistikgesetzes noch umsetzbar sind.

Wir werden zunächst in Abschnitt 2.1 Studien vorstellen, in denen Studienabbruchquoten statistisch ermittelt werden. Anschließend werden wir in Abschnitt 2.2 die Anforderungen erörtern, die wir an die Ermittlung von Studienabbruchquoten in mathematischen Studiengängen stellen. Auf dieser Basis werden wir abschließend Forschungsfragen formulieren.

2.1. Ermittlung von Studienabbruchquoten – Forschungsstand

In diesem Abschnitt stellen wir Studien vor, in denen Studienabbruchquoten und/oder deren Pendant, die sogenannten „Erfolgsquoten“, ausgewiesen werden. In jeder dieser Untersuchungen wird der Studienabbruch quantifiziert, allerdings erfolgt dies jeweils für die unterschiedlichsten Bezugsgruppen.

Vielfach werden für Untersuchungen einzelne Fakultäten an Hochschulen betrachtet. Beispielsweise bestimmt Meinefeld (1999, 2007) den Studienabbruch an der Technischen Fakultät sowie dem Institut für Soziologie an der Universität Erlangen-Nürnberg, während Jonkmann (2005) Quoten für das Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin ermittelt. In weiteren Studien, wie denen von Koch (1999), Wellhöfer (2003) und Zimmermann (2008), werden Studienabbruchquoten für komplette Hochschulen ausgewiesen. Es gibt auch Studien, in denen ein spezifischer Studiengang ins Auge gefasst und für die gesamte Bundesrepublik untersucht wird. Dazu gehört unter anderem die Studie von Gesk (1999), in der sich mit dem Lehramt an Grund- und Hauptschulen befasst wird. In unseren Nachbarländern wird das Phänomen des Studienabbruchs ebenfalls erforscht. Meyer (1999) und Spiess (1999) berechnen Abbruchquoten für die Schweiz, während Holton et al. (2009) den Studienabbruch gleich für mehrere Staaten betrachten.

Wir beschränken uns an dieser Stelle auf die Bildungsberichte der OECD, in denen Quoten für das gesamte Hochschulsystem der Bundesrepublik Deutschland ausgewiesen werden, und auf die Studienabbruchuntersuchungen der Hochschul-Informationssystem GmbH (kurz: HIS), in denen Quoten separat für die Mathematik² berechnet werden. Zusätzlich stellen wir eine Untersuchung von Dell'mour & Landler (2002) vor, in der Abbruchquoten unter anderem für die Naturwissenschaften in Österreich ermittelt werden. Abschließend schenken wir unsere Aufmerksamkeit einer Untersuchung von Zimmermann et al. (2007) an der Fakultät für Mathematik der TU Dortmund.

²Mathematik ist dem Verständnis von HIS nach ein Sammelsurium sämtlicher mathematischer Studiengänge und beinhaltet damit sowohl Diplom-, Bachelor- als auch Lehramtsstudierende.

2.1.1. Studienabbruchquoten in den OECD-Bildungsberichten

Die OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ist eine aus 34 Mitgliedsstaaten bestehende Organisation, deren satzungsgemäße Aufgabe es unter anderem ist, den Bedarf an internationalen Vergleichsdaten zu decken. Aus diesem Grund wurde 1987 das Projekt „Internationale Bildungsindikatoren“ ins Leben gerufen, dessen Ergebnisse jährlich in der von der OECD herausgegebenen Veröffentlichung „Education at a Glance“ erscheinen. 1998 wurden erstmalig Studienerfolgs- bzw. Studienabbruchquoten in die Berichterstattung aufgenommen, da sie „als ein wichtiger Indikator für die Leistungsfähigkeit der Hochschulen in den verschiedenen Ländern“ (Heublein et al. (2005), S. 5) angesehen werden.

Die OECD versteht in ihren Untersuchungen unter Studienabbruch das endgültige Verlassen des Hochschulsystems ohne einen Abschluss und komplementär dazu unter Studienerfolg den erfolgreichen Abschluss eines Hochschulstudiums.

Bei der Berechnung von Erfolgs- und Studienabbruchquoten sind der OECD enge Grenzen gesetzt. Die Schwierigkeiten „hängen [...] mit der Unterschiedlichkeit sowohl der Bildungssysteme als auch der statistischen Systeme in den einzelnen OECD-Ländern [...] zusammen“ (Hörner (1999), S. 3). Daher werden je nach OECD-Land entweder Studienverlaufs-, Querschnitts- oder synthetische Verlaufsanalysen zur Berechnung der Studienabbruchquoten herangezogen. Unabhängig vom vorliegenden System wird ein einfaches aber zugleich robustes Verfahren verwendet, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen. Dazu werden die Absolventen eines Jahrgangs zu den korrespondierenden Anfängerzahlen in Bezug gesetzt und der daraus resultierende Quotient ergibt die Studienerfolgsquote. Bei diesem Berechnungsansatz werden Studiengänge mit unterschiedlichen Studiendauern berücksichtigt, da dementsprechend die Wahl des zugehörigen Anfängerjahrgangs erfolgen muss; weitere Korrekturen, die eigentlich notwendig wären, weil beispielsweise in einem Absolventenjahrgang Studierende aus vielen unterschiedlichen Anfängerjahrgängen zusammengefasst werden, erfolgen jedoch nicht³.

Die mit diesem Verfahren ermittelten Zahlen sind Durchschnittswerte für das gesamte Hochschulsystem eines Landes. „Die Zahlen lassen sich – wie angedeutet – als Maßzahlen z.B. für die Effizienz des gesamten Hochschulsystems interpretieren, erlauben aber keinen vollen Einblick in das Umfeld und die Gründe von Studienabbrüchen“ (Hörner (1999), S. 11). Für Deutschland wird im Jahr 2005 eine Erfolgsquote von 77% angegeben. Dies ist gleichbedeutend mit einer Studienabbruchquote in Höhe von 23%. Damit liegt Deutschland unter dem OECD-Mittelwert, der für den Studienabbruch bei 31% liegt (vgl. OECD (2009), S. 6).

³Für detailliertere Informationen siehe z.B. Hörner (1999) oder Heublein et al. (2005).

2.1.2. Die Studienabbruchstudien der HIS GmbH

Die HIS GmbH wird vom Bund und den Ländern getragen und stellt einen Bestandteil des deutschen Hochschulsystems dar. Zu ihren Aufgaben gehört unter anderem die Auseinandersetzung mit dem Thema „Studienabbruch“, dem sie sich von zwei Seiten her nähert. Einerseits berechnet HIS Studienabbruchquoten an deutschen Hochschulen und andererseits erforscht sie die Ursachen von Studienabbrüchen. Seit Ende der 1990er Jahre hat HIS in regelmäßigen Abständen empirische Studien zu diesem Thema veröffentlicht (vgl. beispielsweise Griesbach et al. (1992, 1998) sowie Heublein et al. (2002a,b, 2005, 2008a,b, 2009)). Im Folgenden werden wir die zugrundeliegenden Begrifflichkeiten und Berechnungsverfahren zur Abbruchquotenermittlung von HIS näher vorstellen.

Nach HIS sind Studienabbrecher „ehemalige Studierende, die zwar durch Immatrikulation ein Erststudium an einer deutschen Hochschule aufgenommen haben, dann aber das Hochschulsystem endgültig ohne (erstes) Abschlussexamen verlassen. Nur Studierende, die ein Erststudium aufgeben und dieses auch nicht zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufnehmen, werden demnach als Studienabbrecher verstanden“ (Heublein et al. (2008a), S. 66). Dementsprechend ist die *Studienabbruchquote* „der Anteil der Studienanfänger⁴ eines Jahrgangs, die ihr Erststudium beenden, ohne es mit einem Examen abzuschließen“ (Heublein et al. (2008a), S. 67). Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels thematisiert, ist wegen des deutschen Datenschutzgesetzes keine exakte Abbruchquotenermittlung möglich. Aus diesem Grund benutzt HIS ein Kohortenvergleichsverfahren. „Dabei setzt man die Zahl der Absolventen eines Jahres mit derjenigen Kohorte von Studienanfängern ins Verhältnis, die der durchschnittlichen Studienzeit der betreffenden Absolventen entspricht. Die prozentuierte Differenz zwischen Absolventen und entsprechenden Studienanfängern stellt die Abbruchquote dar“⁵ (Heublein et al. (2002b), S. 2f).

Die Studienabbruchquote von HIS gibt keinen Aufschluss über den Anteil der Studierenden, welcher das eingangs begonnene Studium aufgegeben und in einen anderen Studiengang gewechselt hat. Aber auch solche Informationen sind je nach Untersuchungsgegenstand von immenser Bedeutung. Um dieser Unzulänglichkeit entgegenzuwirken, wird zusätzlich eine *Schwundquote* berechnet. „Die Schwundquote umfasst alle Studienanfänger eines bestimmten Jahrgangs, die keinen Abschluss in dem Bereich erworben haben, in dem sie sich ursprünglich immatrikulierten. Sie schließt damit sowohl die Studienabbrecher ein als auch die Studierenden, die in einen anderen

⁴Anmerkung des Autors: Studienanfänger sind diesem Verständnis zufolge Studierende im ersten Hochschulse semester.

⁵Griesbach et al. (1992, 1998) entwickelten ein erstes Verfahren zur Ermittlung von Abbruchquoten, das von Heublein et al. (2002a) verfeinert wurde. Das derzeit aktuelle Vorgehen von HIS bei der Ermittlung der Studienabbruchquoten kann z.B. in Heublein et al. (2008a) nachgelesen werden.

Bereich überwechseln. Berechnet wird die Schwundquote eines Bereichs damit durch Addition von Studienabbruchquote und Wechselquote“ (Heublein et al. (2008a), S. 67).

Wird von einem Studierenden ein Fachwechsel vollzogen, so bedeutet dies, dass aus einem Bereich hinausgewechselt wird und damit zugleich ein Wechsel in einen anderen Bereich hinein erfolgt. Diese Zuwanderung findet in der *Schwundbilanz* Berücksichtigung. „In der Schwundbilanz wird der Schwund unter den Studienanfängern eines Jahrgangs in einem bestimmten Bereich mit der Zuwanderung von Studienanfängern desselben Jahrgangs in diesem Bereich verrechnet. Die Schwundbilanz gibt damit Auskunft über den Saldo von Ab- und Zuwanderung. Sie wird gebildet, indem zuerst die Anteile der Studienabbrecher und Abwanderer aus einem bestimmten Bereich addiert und anschließend von dieser Summe der Anteil der Zuwanderer in diesen Bereich subtrahiert wird“ (Heublein et al. (2008a), S. 68).

HIS führt die Berechnungen dieser Quoten auf Ebene der Studienbereiche⁶ durch. In dem für uns relevanten Studienbereich Mathematik sind die Studienfächer Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik und Statistik zusammengefasst. Er beinhaltet sowohl Diplom-, Bachelor- und Masterstudierende als auch Lehramtsstudierende. Somit fließen Fachwechsel innerhalb der mathematischen Studiengänge weder in die Abbruchquote, die Schwundquote noch in die Schwundbilanz ein.

Im Mathematikjahr 2008 erschien die HIS-Veröffentlichung „Studienaufnahme, Studium und Berufsverbleib von Mathematikern“ (Briedis et al. (2008)), in der Grunddaten rund um die Mathematik zusammengetragen wurden. Aus ihr stammt auch die folgende Tabelle⁷, in der die zeitliche Entwicklung der von HIS ermittelten Studienabbruchquoten, Schwundquoten und Schwundbilanzen für den Studienbereich Mathematik aufgelistet wird.

Jahr	Studienabbruchquote	Schwundquote	Schwundbilanz
2006	31	61	53
2005	32	62	53
2004	23	62	49
2002	26	65	52
1999	12	58	51

Tabelle 2.1.: *Studienabbruch (in Prozent) nach HIS (Quelle: Briedis et al. (2008), S. 56)*

⁶HIS bedient sich der selben Nomenklatur, die auch das Statistische Bundesamt (vgl. Kapitel 3.1.2) verwendet.

⁷Die Daten für das Jahr 2006 stammen aus Heublein et al. (2008a), S. 53, und wurden von uns nachträglich in die Tabelle integriert.

Für das Jahr 2006 berichten Heublein et al. (2008a, S. 54), dass „hier mit 30% nach wie vor die höchste Wechselquote⁸ von allen Studienbereichen an Universitäten erreicht“ wird. Weiter wird kommentiert (a.a.O. S. 54), dass „die hohe Abwanderung aus diesen Studiengängen zeigt, dass viele Studierende im Verlauf ihres Studiums zwar auf Schwierigkeiten mit dem konkreten Fach und dessen Anforderungen stoßen, aber ihren Wunsch zu studieren deshalb nicht gänzlich aufgeben, sondern stattdessen einen Fachwechsel vornehmen“. Auch wenn sich die Studienabbruchquoten und Schwundquoten über die Jahre hinweg ändern, so bleiben doch die Schwundbilanzen konstant und es ist zu konstatieren, dass lediglich die Hälfte der Studienanfänger im Studienbereich Mathematik auch dort einen Abschluss erreicht.

Da HIS diese Berechnungen für alle Studienbereiche an Universitäten und Fachhochschulen vornimmt, wird nicht weiter nach den unterschiedlichen, heterogenen Prüfungsgruppen wie beispielsweise Diplom oder Lehramt differenziert, sondern man belässt es der Übersichtlichkeit halber beim Ausweis der Quoten auf Studienbereichsebene⁹. Dadurch ist es auch nicht möglich, zu untersuchen, ob Bachelor- und Masterstudiengänge andere Abbruch- und Schwundquoten sowie Schwundbilanzen vorweisen können als Diplomstudiengänge. HIS vermutet allerdings, dass „davon auszugehen [ist], dass auch im entsprechenden Bachelor-Studium solche hohen Abbruchquoten anzutreffen sind“ (Heublein et al. (2008a), S. 15).

2.1.3. Die Studie von Dell'mour & Landler

Das österreichische Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur vergab an das Institut für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften das Projekt „Determinanten des Studienerfolgs“, dessen Ergebnisse in Dell'mour & Landler (2002) präsentiert werden.

Dell'mour und Landler untersuchen Einflussfaktoren auf den Studienerfolg von österreichischen Studierenden und berechnen unter anderem auch Erfolgsquoten. Dadurch, dass in Österreich jedem Studierenden zu Studienbeginn eine Matrikelnummer zugewiesen wird, die er während seiner gesamten Hochschullaufbahn auch bei Universitätswechseln behält, ist es möglich, für jede Anfängerkohorte zu identifizieren, welcher Anteil das Studium erfolgreich abgeschlossen bzw. abgebrochen hat und welcher Anteil noch studiert. In der Analyse werden die Anfänger der Wintersemester von 1975 bis 1993 berücksichtigt. Der Übersichtlichkeit halber werden die einzelnen Werte zu einem Durchschnittswert zusammengefasst. Da aber nach Möglichkeit nur Kohorten in die Analyse einfließen sollen, in denen es keine aktuell noch Studierenden, sondern

⁸61% Schwundquote - 31% Studienabbruchquote = 30% Wechselquote

⁹Folglich werden Wechsel der Prüfungsgruppen innerhalb des Studienbereichs (z.B. von Diplom nach Lehramt) toleriert.

ausschließlich Absolventen und Abbrecher gibt, werden bei der Durchschnittsbildung der Erfolgsquoten lediglich die Anfängerkohorten von 1976 bis 1985 berücksichtigt.

Im betrachteten Zeitraum sind Männer mit einer Erfolgsquote von 52,2% insgesamt erfolgreicher als Frauen mit einer Erfolgsquote von 42,9%. Ebenfalls lassen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Hochschulstandorten ausmachen. Im Anschluss an diese, die gesamte Untersuchungspopulation betreffenden Feststellungen betrachten Dell'mour und Landler den Studienerfolg in Abhängigkeit von der eingangs gewählten Studienrichtung. Dazu fassen sie Mathematik, Physik und Chemie als Naturwissenschaften zusammen. In diese Gruppe fallen sowohl Fachstudierende als auch Lehramtsstudierende.

Für diese Gruppe beträgt die Erfolgsquote im Schnitt 52% und ist folgendermaßen zu interpretieren: 52% der Studierenden, die ihr Studium ursprünglich in einem der Fächer Mathematik, Physik oder Chemie begonnen haben, haben ihr Studium erfolgreich beendet. Dabei kann aber keine Aussage darüber getroffen werden, in welchem Fach der Abschluss letztlich erfolgte.

Darüber hinaus untersuchen Dell'mour und Landler, ob es in dieser Fächergruppe Unterschiede in den Erfolgsquoten von männlichen und weiblichen Studierenden gibt. Dabei stellen sie fest, dass diese Differenzen „besonders klein (3 Prozentpunkte) [...] in [...] den „harten Naturwissenschaften“ (Mathematik, Physik und Chemie)“ (Dell'mour & Landler (2002), S. 25) sind. Dieser geringe Unterschied steht im Gegensatz zu dem eingangs festgestellten Unterschied zwischen den Geschlechtern von annähernd 10 Prozentpunkten. Dell'mour und Landler erklären sich dies durch den Anteil der Lehrämter, der in dieser Gruppe enthalten ist.

Aus den Ergebnissen von Dell'mour und Landler kann nicht abgelesen werden, wie groß der Anteil derer ist, die ein naturwissenschaftliches Studium beginnen und eben dieses Studium auch erfolgreich abschließen. Die einzige Information, die wir zusätzlich erhalten, ist, dass 80% der Absolventen in der Gruppe der „harten Naturwissenschaften“ auch ursprünglich dort ihr Studium aufgenommen haben (vgl. Dell'mour & Landler (2002), S. 14).

2.1.4. Die Studie von Zimmermann et al.

Zimmermann et al. (2007) führen studiengangbezogene Studienabbruchanalysen an der Technischen Universität Dortmund durch und untersuchen im Zuge dieser Studie insgesamt 16 Fakultäten. Allerdings werden die Ergebnisse der Fakultät für Mathematik in dieser Publikation nicht separat ausgewiesen. Stattdessen wird auf eine im Jahr 2005 erfolgte Studienverlaufs- und Studienabbruchstudie mit geschlechterspezi-

fischem Fokus für die Diplomstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik¹⁰ verwiesen, die uns aber nicht zugänglich ist. In Zimmermann et al. (2007), S. 23f, werden die wichtigsten Ergebnisse kurz wiedergegeben.

Das von Zimmermann et al. verwendete Datenmaterial stammt aus der universitäts-internen Studierenden- und Prüfungsstatistik und erstreckt sich von Wintersemester 1999/2000 bis Sommersemester 2004. Um Abbruchquoten berechnen zu können, müssen die Daten beider Quellen abgeglichen werden. Dazu „musste eine Excel-Datei des Prüfungsamtes mit den Abschlussnoten nach Fach und Semestern nach vercodeten Matrikelnummern – entsprechend der datenschutzrechtlichen Vorgabe, dass Individualdaten nicht verwendet werden dürfen – mit einer SPSS-Datei der Studierendendaten aus dem Dezernat 2 Hochschulplanung und Hochschulstatistik zusammengeführt werden, in der diese Matrikelnummern identisch vercodet waren“ (Zimmermann et al. (2007), S. 23f). Danach wurden aus diesen überarbeiteten Daten drei Anfängerkohorten bestimmt und für diese Abbruchquoten ausgewiesen.

„Im Ergebnis zeichnete sich für den Diplomstudiengang Mathematik eine Schwundquote¹¹ von mehr als 70% ab. [...] Im Vergleich dazu fiel die durchschnittliche Dropoutquote im Studiengang Wirtschaftsmathematik mit 37% (39% der Frauen und 36% der Männer) deutlich geringer aus. [...] In der dritten Kohorte [hatten] nach fünf Semestern 77% der weiblichen und 69% der männlichen Studierenden den Studiengang ohne Abschluss verlassen. Deutlich wurde auch hier, dass sich der Großteil der Studierenden recht früh dafür entscheidet, ein begonnenes Mathematikstudium abzubrechen (nach dem vierten Semester sind es durchschnittlich 46%)“ (Zimmermann et al. (2007), S. 24).

2.2. Anforderungen an Studien und Forschungsfragen

Die in Abschnitt 2.1 vorgestellten Studien weisen alle Unzulänglichkeiten auf. Besonders das uneinheitliche Begriffsverständnis des Studienabbruchs und dessen Quantifizierung bereiten größte Schwierigkeiten. Beispielsweise merkt Meyer (1999, S. 70) über den Studienabbruch in der Schweiz Folgendes an: „Es zeigt sich die Tendenz: je berufsorientierter, ‘naturwissenschaftlicher’ und strukturierter (‘verschulter’) in einem Fach studiert wird, desto geringer ist die Abbruchquote.“ Diese Aussage, die in einem gewissen Grad auf ein Mathematikstudium zutrifft, scheint auf den ersten Blick beispielsweise den Ergebnissen von Zimmermann et al., die wir im vorherigen Abschnitt präsentiert haben, völlig zu widersprechen. Berücksichtigt man aber, was in den jewei-

¹⁰Metz-Göckel, S. & Klein, A. (2005): Studienverlauf und Drop-Out von Studierenden der Mathematik – Eine geschlechterdifferenzierende Analyse. Projektbericht, Universität Dortmund.

¹¹Zimmermann et al. verwenden die Begrifflichkeiten der HIS GmbH.

ligen Studien unter Studienabbruch und Studienabbruchquote verstanden wird, so wird deutlich, dass diese Ergebnisse nicht miteinander vergleichbar sind, da Meyer unter Studienabbruch das Verlassen des Hochschulsystems versteht, während Zimmermann et al. darunter das Verlassen eines mathematischen Studiengangs an einer Hochschule auffassen. Dieses Beispiel verdeutlicht ein ganz zentrales, grundlegendes Problem: Die verwendeten Begriffe lassen sich anschaulich interpretieren und ein jeder meint zu wissen, was damit gemessen wird – allerdings sind oftmals die zugrundeliegenden Begriffsdefinitionen ein wenig anders.

Ein weiteres zentrales Problem besteht in der Inhomogenität der verwendeten Bezugsgruppen, für welche Abbruchquoten ausgewiesen werden. Dies betrifft auch die HIS-Studien, in denen deutschlandweite Quoten für die Mathematik ermittelt werden und auf die bei vielen Diskussionen zum Thema Studienabbruch Bezug genommen wird. Die Schwundbilanzen, die HIS für die Mathematik ausweist, gelten für den gesamten Studienbereich Mathematik, zu dem sowohl Fach- als auch Lehramtsstudierende gehören. Es ist mehr als fraglich, ob bei Diplom-, Bachelor- und Lehramtsstudierenden ein ähnliches Abbruch- und Fachwechselverhalten unterstellt werden darf. Ebenso ist anzuzweifeln, dass Studierende für das Grundschullehramt und Studierende für das gymnasiale Lehramt gleich häufig ihr begonnenes Studium abbrechen. Durch das Vermengen von heterogenen Populationen, die im Studienverlauf völlig unterschiedlich reagieren können, lassen sich Hypothesen nicht ohne Weiteres überprüfen.

Aus diesen Ausführungen wird deutlich, dass wir zwar Daten über Studienabbrüche und Studienfachwechsel vorliegen haben, aber aufgrund der mangelnden Detaillierung der existierenden Studien dennoch nicht in der Lage sind, exakte Aussagen beispielsweise darüber zu treffen, wie viele Studierende ein Diplomstudium der Mathematik beginnen und eben dieses Studium auch erfolgreich beenden. Wenn man sich aber mit den Studienverläufen von Mathematikstudierenden befasst, sind es genau solche Fragen, die von immenser Bedeutung sind. Hieraus ergeben sich Forschungsfragen, die wir im Folgenden darlegen werden.

Studienabbrüche und Studienfachwechsel können zu unterschiedlichen Zeiten während des Studiums erfolgen¹². Um effiziente und effektive Maßnahmen ergreifen zu können, die Studienabbrüchen entgegenwirken sollen, müssen wir folgende Frage beantworten können:

Forschungsfrage 1:

Wie hoch ist der Anteil derer, die ein Studium in einem mathematischen Studienfach und in einer bestimmten Prüfungsgruppe beginnen und dort das n-te Fachsemester

¹²Um dieses Phänomen zu untersuchen verwenden Moser & Höppel (1992) und Willet & Singer (1991) Sterbetafelanalysen, während Sedlacek (2003) einen Zugang über die Ereignisanalyse versucht.

erreichen?

Erst wenn wir nachweisen können, wann in einem mathematischen Studium die Studienabbruchquote am größten ist, wissen wir, wo der größte Handlungsbedarf besteht. Für die Mathematik existieren unterschiedliche Studiengänge sowie unterschiedliche Prüfungsgruppen, für die bisher noch nicht separat Studienabbruchquoten ausgewiesen worden sind. Dies führt uns zu unserer nächsten Forschungsfrage:

Forschungsfrage 2:

Lassen sich Unterschiede in den Studienabbruchquoten zwischen den einzelnen mathematischen Studienfächern unter Beibehaltung der Prüfungsgruppe feststellen?

Komplementär zur Frage nach der Größenordnung des Studienabbruchs erhebt sich die Frage nach der Höhe des Studienerfolgs; also nach der Anzahl derer, die ein aufgenommenes Studium der Mathematik auch erfolgreich abschließen:

Forschungsfrage 3:

Wie hoch sind die Erfolgsquoten in den jeweiligen mathematischen Studiengängen?

Einige der in Abschnitt 2.1 vorgestellten Untersuchungen deuten darauf hin, dass männliche und weibliche Studierende ein unterschiedliches Abbruchverhalten aufweisen. Lässt sich Gleiches für die mathematischen Studiengänge nachweisen, so müsste über geschlechterspezifische Handlungsempfehlungen zur Reduktion des Studienabbruches nachgedacht werden. Deshalb stellt sich uns die Frage:

Forschungsfrage 4:

Lassen sich Unterschiede in den Abbruchquoten männlicher und weiblicher Studierender ausmachen?

Ein weiteres aktuelles Thema ist die durch den Bologna-Prozess initiierte Umstellung der Diplomstudiengänge auf die konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengänge. An dieser Stelle müssen wir uns fragen:

Forschungsfrage 5:

Haben sich durch die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge das Abbruchverhalten und die damit verbundenen Abbruchquoten verändert?

Bei unseren Analysen werden wir all diesen Fragen nachgehen. Zunächst werden wir mit Hilfe von Daten des Statistischen Bundesamtes in Kapitel 3 gesamtdeutsche Abbruch- und Erfolgsquoten für die Mathematik berechnen und anschließend in Kapitel 4 in einer Fallstudie die mathematische Fakultät einer einzelnen Universität betrachten und für diese ebenfalls Abbruch- und Erfolgsquoten ermitteln.

3. Deutschlandweite Abbruchquoten

Die in Kapitel 2.1 vorgestellten Studien ermöglichen es nicht, den Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik in der dafür notwendigen Tiefe zu betrachten. Einzig die Untersuchungen der HIS GmbH kommen unserem Forschungsvorhaben, einem deutschlandweiten Überblick über das Studienverhalten in den mathematischen Studiengängen, nahe. Für unsere Berechnungen haben wir uns des selben Datenlieferanten bedient, den auch HIS herangezogen hat. Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über eine Bundesoberbehörde, die statistische Informationen sammelt, analysiert und sie der Öffentlichkeit zur Verfügung stellt. Wir haben uns an diese Behörde, das Deutsche Statistische Bundesamt (Destatis), gewandt und von dieser sämtliche, für unsere Berechnungen relevanten Daten, die wir in diesem Kapitel präsentieren, erhalten.

Zunächst werden wir kurz beschreiben, wie im Statistischen Bundesamt die Daten generiert werden und wie hoch die Genauigkeit dieses Datenmaterials ist und werden in die Nomenklatur des Statistischen Bundesamtes einführen (vgl. Abschnitt 3.1)¹, die wir für unsere danach folgenden Berechnungen der Abbruch- und Erfolgsquoten adaptieren werden (vgl. Abschnitte 3.2 und 3.3).

3.1. Das Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes

3.1.1. Grundsätzliches über die Daten

Die Daten, auf denen unsere Analysen beruhen, stammen aus der Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, die von den statistischen Ämtern des Bundes und der Länder als Bestandteil der Bundesstatistik jährlich erstellt wird. Die Ergebnisse der Bundesstatistik werden vom Statistischen Bundesamt über die Medien (vor allem über das Internet) oder auf Nachfrage zur Verfügung gestellt. Ein Großteil des Datenangebotes – hierunter fallen das Veröffentlichungsprogramm, das eine Grundversorgung mit statistischen Daten darstellt, sowie nachfrage- oder zielgruppenorientierte Standardangebote – ist kostenlos. Darüber hinaus werden individuelle Nachfragen, die nicht durch das Grundangebot beantwortet werden, durch maßgeschneiderte Datenaufbereitung gegen Kostenerstattung bearbeitet.

¹Streckenweise ist der Abschnitt 3.1 unserer Arbeit Dieter et al. (2008a) entnommen.

Die Glaubwürdigkeit der Bundesstatistik ist in den in §1 Bundesstatistikgesetz genannten Grundsätzen Neutralität, Objektivität und wissenschaftliche Unabhängigkeit verankert. Neben diesen vor allem inhaltlichen Grundsätzen gelten für die Bundesstatistik in Deutschland die organisatorischen Grundsätze der Gesetzmäßigkeit, der fachlichen Konzentration und der regionalen Dezentralisierung.

Das Prinzip der Gesetzmäßigkeit besagt, dass Bundesstatistiken grundsätzlich vom Bundesgesetzgeber angeordnet werden müssen. Dieser erteilt somit den Auftrag, statistische Ergebnisse zu erstellen, und die Legitimation, den Auftrag durchzuführen. Die fachliche Konzentration stellt sicher, dass die statistischen Arbeiten in Deutschland in der Regel von den statistischen Ämtern durchgeführt werden. Der Vorteil einer fachlichen Konzentration der statistischen Arbeiten bei den statistischen Ämtern macht sich unter anderem in der Trennung von Statistikproduktion und Verwaltungsvollzug bemerkbar. Durch diese Separierung kann gewährleistet werden, dass objektive und neutrale statistische Informationen bereitgestellt werden können. Die regionale Dezentralisierung resultiert aus dem föderalen Aufbau der Bundesrepublik Deutschland. Auch in Bereichen, in denen – wie im Fall der Bundesstatistik – der Bund die Gesetzgebungskompetenz besitzt, sind die Länder für die Ausführung der Gesetze zuständig. Die Durchführung von statistischen Erhebungen obliegt deshalb grundsätzlich den statistischen Ämtern der Länder.

Entsprechend den allgemeinen Grundsätzen der Bundesstatistik hat die Hochschulstatistik die Aufgabe, neutral, objektiv und wissenschaftlich unabhängig über Strukturen und Entwicklungen an Hochschulen zu informieren. Zu den Hauptnutzern der Hochschulstatistik zählen Politik und Verwaltung auf nationaler und internationaler Ebene. Auf nationaler Ebene sind hier insbesondere die für Bildung, Wissenschaft und Forschung zuständigen Landes- und Bundesbehörden sowie die Hochschulen selbst zu nennen, auf internationaler Ebene OECD und Eurostat. Weitere Hauptnutzer der Daten sind Forschungsinstitute, Berufsverbände, Bildungs- und kulturelle Einrichtungen, privatwirtschaftliche Unternehmen und Informationsdienstleister sowie die Medien.

Die Hochschulstatistik, die auf der am 1.6.1992 in Kraft getretenen Neufassung des Hochschulstatistikgesetzes basiert, setzt sich im Wesentlichen aus der Studierendenstatistik, der Prüfungsstatistik, der Personal- und Stellenstatistik sowie der Hochschulfinanzstatistik zusammen.

Als Hochschulen werden alle nach Landesrecht anerkannten Hochschulen, unabhängig von der Trägerschaft, ausgewiesen. Im Wintersemester 2009/2010 befanden sich unter den 410 in die Hochschulstatistik einbezogenen Hochschulen insgesamt 105 Universitäten, 6 Pädagogische Hochschulen, 16 Theologische Hochschulen, 51 Kunsthochschulen, 203 Fachhochschulen und 29 Verwaltungsfachhochschulen.

Die Hochschulstatistik basiert auf den Verwaltungsdaten, die die Hochschulen sowie – im Fall der Prüfungsstatistik – die staatlichen und kirchlichen Prüfungsämter für administrative Zwecke erheben. Dies macht die Hochschulstatistik zu einer Sekundärerhebung, deren Merkmalskatalog von den vorliegenden Verwaltungsdaten bestimmt wird. Da es sich bei der Hochschulstatistik um eine Vollerhebung handelt, die sämtliche Studierende und Prüfungen sowie das Personal und die Finanzen erfasst, sind die Ergebnisse der Hochschulstatistik als präzise und vollständig einzustufen. Die Qualität einzelner Merkmale der Hochschulstatistik hängt im Wesentlichen von der Vollständigkeit und Genauigkeit der Datenlieferungen der Hochschulverwaltungen und Prüfungsämter ab.

Der Berichtsweg der Hochschulstatistik ist so gestaltet, dass die Hochschulen und Prüfungsämter ihre Daten an die statistischen Ämter der Länder liefern. Diese prüfen die Meldungen auf Vollständigkeit und Plausibilität und liefern wiederum die kontrollierten Länderdaten an das Statistische Bundesamt, welches das Bundesergebnis aufbereitet und auf der Basis von bundeseinheitlichen Systematiken veröffentlicht.

Ziel der Veröffentlichungspraxis ist es, aktuelle und zuverlässige Informationen über die Hochschulen zu liefern. Die Veröffentlichung der endgültigen, sehr detaillierten Ergebnisse der Studierenden- und Prüfungsstatistik erfolgt im September des Folgejahres.

3.1.2. Terminologisches

Der bundeseinheitlichen Studierenden- und Prüfungsstatistik des Statistischen Bundesamtes liegt eine Fächergruppensystematik zugrunde, in der sämtliche, an deutschen Hochschulen studierbare Studienfächer entsprechenden Schlüsselpositionen zugeordnet werden. Verwandte *Studienfächer* (STF) werden zu *Studienbereichen* (STB) zusammengefasst und diese wiederum in neun großen Fächergruppen gebündelt. Mathematik versteht man in dieser Fächergruppensystematik als einen Studienbereich, der in die Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften eingeordnet wird. Der Studienbereich Mathematik selbst wird in die vier Studienfächer

- Mathematik,
- Statistik,
- Technomathematik und
- Wirtschaftsmathematik

untergliedert. Studierende der Studienfächer Statistik, Technomathematik oder Wirtschaftsmathematik sind jene, die in den entsprechend benannten Studiengängen eingeschrieben sind. Bei den Studierenden im Studienfach Mathematik werden einerseits die „klassischen“ Mathematikstudierenden und andererseits auch Lehramtsstudierende, die Mathematik als erstes Fach studieren, statistisch erfasst.

Studienfächer können nach unterschiedlichen Prüfungsgruppen studiert werden und eine bundeseinheitliche Prüfungssystematik regelt die Klassifizierung der Hochschulprüfungen. Für den Studienbereich Mathematik und seine vier Studienfächer sind die folgenden Prüfungsgruppen relevant:

- Diplom (Universität),
- Promotion,
- Lehramt,
- FH-Abschluss,
- Bachelor und
- Master.

Da beim Statistischen Bundesamt Zahlen aus Winter- und Sommersemestern zusammenfließen, werden diese Daten der Übersichtlichkeit halber gebündelt. Das Statistische Bundesamt fasst die Anfängerzahlen in *Studienjahren* zusammen; beispielsweise beschreibt das *Studienjahr 2008* die Summe der Studierenden im ersten Fachsemester des Sommersemesters 2008 und des danach folgenden Wintersemesters 2008/2009. Absolventenzahlen hingegen werden zu *Prüfungsjahren* aufsummiert; so setzt sich z.B. das *Prüfungsjahr 2008* aus dem Wintersemester 2007/2008 und dem Sommersemester 2008 zusammen. Die Daten über Studienanfänger aus der Studierendenstatistik können darüber hinaus auch getrennt für Winter- und Sommersemester ausgewiesen werden.

Sämtliche, von uns verwendete Daten beziehen sich auf Fach- und nicht auf Hochschulsesemester. Dieser Umstand erklärt sich folgendermaßen:

Studienanfänger im „klassischen“ Sinn sind diejenigen, die sich erstmals an einer Hochschule einschreiben und sich folglich in ihrem ersten Hochschulsesemester befinden. Studienverläufe von Studierenden sind allerdings vielfach auch bestimmt von Fachwechseln. Nicht jeder Studienanfänger beendet sein Studium in dem von ihm anfangs gewählten Studienfach. Es kann daher vorkommen, dass sich Studierende auf ein Studienfach im Studienbereich Mathematik umschreiben, obwohl sie ursprünglich mit einem anderen Fach gestartet sind. Um sämtliche Studienanfänger der Mathematik – es

ist für uns folglich irrelevant, in welchem Hochschulsesemester sich diese Personen befinden – erfassen zu können, haben wir uns daher dafür entschieden, Studienanfänger als Studierende im ersten Fachsemester anzusehen.

3.2. Prospektive Erfassung der Studienfachwechsel

Was bezeichnet man als Erfolg oder Misserfolg im Mathematikstudium? So rhetorisch diese Frage klingen mag, so schwer ist die Beantwortung im Detail. Es macht Sinn, dass man einen Studierenden, der sich für ein mathematisches Studienfach in einer bestimmten Prüfungsgruppe eingeschrieben hat und der sein Studium mit einem Abschluss in ebendiesem Studiengang beendet, als erfolgreich bezeichnet. Demgegenüber ist es sicher nicht als Erfolg zu bewerten, wenn eine Person ihr Studium vorzeitig ohne universitären Abschluss abbrechen muss. Diese Personen werden in der Literatur zumeist als Studienabbrecher² bezeichnet.

Zwischen diesen beiden extremen Situationen gibt es aber ein breites Spektrum, das wir in der Hochschule im Laufe vieler Semester immer wieder zur Genüge beobachten können: Nicht wenige Studierende bleiben zwar weiterhin dem Studienbereich, in unserem Fall also der Mathematik, verbunden, sie wechseln aber das Studienfach und/oder die Prüfungsgruppe. Ebenso kann es vorkommen, dass Studierende in einen ganz anderen Studienbereich wechseln. Bei beiden Situationen sprechen wir von einem Studienfachwechsel.

Mit den Daten des Statistischen Bundesamtes können wir Studienabbrecher und Studienfachwechsler zahlenmäßig nicht differenzieren. Wenn wir daher im Folgenden von Studienfachwechslern sprechen, so sind in dieser Gruppe auch die Studienabbrecher als Spezialfall enthalten. Außerdem werden wir aufzeigen, dass besagte Studienfachwechsel gerade in den Studienfächern der Mathematik sehr häufig sind und daher unsere Aufmerksamkeit verdienen.

3.2.1. Die Studienfachwechselquote

In den nächsten Abschnitten werden wir Zahlen rund um Studienfachwechsel analysieren. Dabei werden wir uns ausschließlich auf allgemein zugängliche Zahlen des Statistischen Bundesamtes stützen. Interessant ist insbesondere die Frage, wann im Studium wie viele Studierende welches ursprünglich gewählte Studienfach mit einer bestimmten Prüfungsgruppe ohne Abschluss verlassen. Um diese Frage beantworten zu können, werden wir *Studienfachwechselquoten* für Studienfächer mit einer vorher festgelegten Prüfungsgruppe innerhalb der ersten acht Fachsemester ermitteln.

²Vgl. unsere Ausführungen in Kapitel 2.

Damit tragen wir auch der oft geäußerten Kritik von Hochschulkollegen Rechnung, die meinen, viele Studienanfänger seien eigentlich schlecht beraten gewesen, Mathematik zu studieren oder würden das Numerus-Clausus-freie Fach Mathematik bloß zum Parkstudium benutzen. Zugestanden ist das erste Jahr für jeden Studienanfänger das „schwierigste“. Man wird zumeist mit hohen Leistungsanforderungen konfrontiert, erlebt einen anderen, zum Teil unbekannten Lernstil und nicht selten entsprechen auch die Studieninhalte nicht den Erwartungen des Studierenden. Dies alles führt dazu, dass innerhalb der ersten Semester nicht wenige Studenten ihr Studienfach und/oder die Prüfungsgruppe wechseln oder das Studium vorzeitig, ohne Abschluss, beenden.

Darüber hinaus werden wir untersuchen, ob es stimmt, dass Studierende, die das ersten Studienjahr „überlebt“ haben, auch das Studium mit einem Abschluss beenden oder ob stattdessen im weiteren Studienverlauf weiterhin Studierende „verloren“ gehen.

3.2.1.1. Determinierende Größen

Die hier einzuführende *Studienfachwechselquote*, kurz STF-WQ, ist abhängig von den folgenden sechs Parametern:

- dem *Studienfach* f

Die Studienfachwechselquote wird jeweils für einzelne Studienfächer berechnet. Wie bereits in Abschnitt 3.1.2 erläutert wurde, sind die für die Mathematik relevanten Studienfächer diejenigen, die dem Studienbereich Mathematik zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um die Studienfächer Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Technomathematik und Statistik.

- der *Prüfungsgruppe* p

Es ist von immenser Bedeutung, Studienfachwechselquoten für vorher festgelegte Prüfungsgruppen (vgl. Abschnitt 3.1.2) zu berechnen. Es erscheint fragwürdig, ob soziologisch schwer vergleichbare Lehramts- und Diplomstudierende das gleiche Studienfachwechselverhalten aufweisen. Aus diesem Grund muss eine Differenzierung nach den Prüfungsgruppen Diplom, Bachelor, Master, Promotion und Lehramt erfolgen.

- dem *Geschlecht* g

Es ist sinnvoll, Studienfachwechselquoten einerseits separat für männliche und weibliche Studierende und andererseits für beide Geschlechter zusammen zu berechnen.

- dem *Startsemester* s

Studienfachwechselquoten werden für einzelne Studienanfängerjahrgänge berechnet und beziehen sich somit entweder auf ein Winter- oder ein Sommersemester. Durch den Parameter s wird dasjenige Semester festgelegt, in welchem sich die zu betrachtende Studienanfängerkohorte im ersten Fachsemester befunden hat.

- dem *Zeithorizont* – festgelegt durch x und y

Die Berechnung von Studienfachwechselquoten erfolgt stets für einen bestimmten Zeitraum. Dieser kann entweder ab dem ersten Fachsemester beginnen oder sich aber auch beispielsweise vom dritten ins fünfte Fachsemester erstrecken. Um beide Optionen berücksichtigen zu können, wird durch den Parameter x der Startzeitpunkt und durch den Parameter y der Endzeitpunkt des Betrachtungszeitraums festgelegt. x und y werden in Fachsemestern angegeben und für beide Parameter gilt $1 \leq x < y \leq 9$.

Der Wert, den $\text{STF-WQ}(f, p, g, s, x, y)$ annimmt, stellt somit die Studienfachwechselquote für den Studienanfängerjahrgang des Semesters s im Studienfach f , der Prüfungsgruppe p und dem Geschlecht g vom x -ten ins y -te Fachsemester dar.

3.2.1.2. Berechnungsmethodik

Die Berechnung der Studienfachwechselquote $\text{STF-WQ}(f, p, g, s, x, y)$ erfolgt für $1 \leq x < y \leq 9$ über folgende Formel:

$$\text{STF-WQ}(f, p, g, s, x, y) = \frac{S(f, p, g, s, x) - S(f, p, g, s, y)}{S(f, p, g, s, x)} \quad (3.1)$$

Dabei beschreibt $S(f, p, g, s, x)$ die Anzahl der Studierenden mit Geschlecht g des Studienfaches f in der Prüfungsgruppe p , die zum Wintersemester s dieses Studium aufgenommen haben, zu Beginn des x -ten Fachsemesters; analog wird $S(f, p, g, s, y)$ definiert. Den Saldo $S(f, p, g, s, x) - S(f, p, g, s, y)$ interpretieren wir als Studienfachwechsler und erhalten die Studienfachwechselquote, indem wir diesen Wert in Relation setzen zu den Studierenden $S(f, p, g, s, x)$ zu Beginn des Betrachtungszeitraumes.

Wie wir bereits im vorhergehenden Abschnitt beschrieben haben, können Studienfachwechselquoten sowohl auf Basis des ersten Fachsemesters als auch während des Studienverlaufs zwischen zwei höheren Fachsemestern berechnet werden. Dabei variiert in Abhängigkeit vom vorliegenden Fall die Anwendung der Formel (3.1):

- *Berechnung auf Basis des ersten Fachsemesters:*

Es soll die Studienfachwechselquote nach n Fachsemestern berechnet werden. Da das erste Fachsemester den Startzeitpunkt des Betrachtungszeitraumes darstellt, wird $x = 1$ gesetzt. Um die Studienfachwechselquote nach n Fachsemestern zu berechnen, benötigen wir die Anzahl der Studierenden unserer Bezugsgruppe, die im $(n + 1)$ -ten Fachsemester angekommen sind; aus diesem Grund setzen wir $y = n + 1$. Die Differenz aus Anfängeranzahl im ersten Fachsemester und Studierendenzahl zu Beginn des $(n + 1)$ -ten Semesters ergibt dann die Anzahl der Studienfachwechsler nach n Fachsemestern.

- *Berechnung zwischen zwei höheren Fachsemestern:*

Soll die Studienfachwechselquote vom m -ten ins n -te Fachsemester ($1 < m < n$) ausgewiesen werden, so ist in der Formel (3.1) $x = m$ und $y = n$ zu setzen.

3.2.1.3. Methodische Probleme

Wird die Formel (3.1) zur Berechnung der Studienfachwechselquote verwendet, so ergeben sich folgende methodische Probleme und Unschärfen, die nicht übersehen werden dürfen:

1. *Saldenanalyse*

Bei der vorliegenden Betrachtung handelt es sich um eine Analyse mit Salden, d.h. die Abnahme der Anzahl der Studierenden, die als Studienfachwechsler interpretiert wird, ist in Wahrheit die Differenz aus abgehenden Studierenden und einem Zugang, die wir in den folgenden zwei Punkten näher erläutern werden.

2. *Urlaubssemester und Unterbrecher*

Es kann vorkommen, dass Studierende während ihres Studiums ein Urlaubssemester einlegen oder ihr Studium aus anderen Gründen temporär unterbrechen. In unseren Berechnungen werden diese Personen als Studienfachwechsler behandelt, obwohl sie ihr Studium in der Folgezeit fortsetzen und in der Regel weder das Studienfach noch die Prüfungsgruppe gewechselt haben. Dadurch, dass diese Studierenden pausiert haben, werden sie bei Wiederaufnahme des Studiums in einem anderen, niedrigeren Fachsemester als dem eingestuft, in dem sie sich ohne Unterbrechung befinden würden. Durch diese Umstände wird die Studienfachwechselquote zu hoch ausgewiesen.

Die gegenteilige Situation ist ebenfalls möglich. Studierende können nach dem Ende eines Urlaubssemesters in eines der beiden, bei unseren Berechnungen betrachteten Fachsemester eingestuft werden, obwohl sie nicht zu den Anfängern

der zugrundeliegenden Kohorte gehören. Durch diese Studierenden wird die Studienfachwechselquote zu gering ausgewiesen.

3. *Ausländische Studierende*

Die Studienfachwechselquote wird ebenfalls durch ausländische Studierende beeinflusst, die ein Studium in ihrem Heimatland begonnen haben und ein oder mehrere Auslandssemester in Deutschland verbringen. Je nachdem, ob diese Studierenden zu Beginn ihres Aufenthalts in das entsprechende Fachsemester, das unserer Berechnung zugrundeliegt, eingestuft werden bzw. durch ihre Abreise aus der betrachteten Kohorte herausfallen, kann die Studienfachwechselquote zu gering oder zu hoch ausgewiesen werden.

4. *Studienanfänger im Wintersemester*

In unserer Analyse werden aus auswertungstechnischen Gründen, die im Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes begründet liegen, ausschließlich Studierende einbezogen, die ihr Studium in einem Wintersemester aufgenommen haben. Wir müssen daher implizit annehmen, dass das Abbruchverhalten der Studierenden, die in einem Sommersemester ihr Studium begonnen haben, vergleichbar ist mit dem der Studienanfänger aus den Wintersemestern.

Für unsere weiteren Betrachtungen unterstellen wir, dass die unter 2. und 3. geschilderten Effekte sich weitgehend gegenseitig kompensieren.

3.2.1.4. **Untersuchungspopulation**

Für unsere Berechnungen der Studienfachwechselquoten $\text{STF-WQ}(f, p, g, s, x, y)$ in den nachfolgenden Abschnitten wählen wir die einzelnen Parameter wie folgt:

- *Studienfach* $f \in \{\text{Mathematik, Wirtschaftsmathematik}\}$

Da die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik innerhalb des Studienbereichs Mathematik mit Abstand die Studienfächer mit den größten Belegzahlen³ sind, beschränken wir unsere Analysen auf diese Fächer.

- *Prüfungsgruppe* $p \in \{\text{Diplom, Bachelor}\}$

Die Fachstudien in der Mathematik erfolgen über die Diplom- und Bachelorstudiengänge. Die Gruppe der Lehramtsstudierenden ist äußerst heterogen und wir müssten für eine korrekte Analyse sämtliche Studienrichtungen des Lehramtes (Primarstufe, Gymnasium und Gesamtschule, etc.) separat betrachten. Da unser

³Vgl. Dieter et al. (2008a,b).

Fokus aber auf den Fachstudierenden liegt, schränken wir unsere Betrachtungen auf die Prüfungsgruppen Diplom und Bachelor ein.

- *Geschlecht* $g \in \{\text{männlich, weiblich, zusammen}\}$
- *Startsemester* s

Wir beginnen unsere Berechnungen für die Diplomstudiengänge im Wintersemester 1992/1993 und starten bei den Bachelorstudiengängen im Wintersemester 2000/2001.

- *Zeithorizont*

Für Diplomstudiengänge gilt für den Startzeitpunkt x und den Endzeitpunkt y des Zeitraumes, über den die Berechnung der Studienfachwechselquote erfolgt: $1 \leq x < y \leq 9$. Eine Berechnung ist ausschließlich bis maximal $y = 9$ möglich, da die Regelstudienzeit für mathematische Diplomstudiengänge neun Fachsemester beträgt und wir Absolventen, die nach einem erfolgreichen Abschluss ihres Studiums ebenfalls aus der Statistik herausfallen, nicht irrtümlicherweise als Fachwechsler mitrechnen wollen.

Datenmaterial für die Bachelorstudiengänge liegt erst ab dem Wintersemester 2000/2001 vor und die Umstellung auf diese neuen Studiengänge erfolgte an vielen Hochschulen erst später. Aus diesem Grund existieren nur wenige Zahlen, die ein gesamtes, sechssemestriges Bachelorstudium abdecken und wir haben uns deshalb dazu entschlossen, für diese Prüfungsgruppe ausschließlich Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern (d.h. $x = 1$ und $y = 3$) auszuweisen.

3.2.2. Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik

Wir wenden uns zunächst dem Studienfach Mathematik unter Berücksichtigung der Prüfungsgruppen Diplom und Bachelor zu und splitten die Studienfachwechsler in zwei Gruppen auf. Die erste Gruppe besteht aus denjenigen Studierenden, die in der Eingangsphase des Studiums, d.h. während der ersten beiden Fachsemester, das Studienfach und/oder die Prüfungsgruppe wechseln bzw. sich exmatrikulieren; in diesem Fall sprechen wir von *frühen Studienfachwechseln*. Die zweite Gruppe setzt sich aus denjenigen Studierenden zusammen, die erst nach drei oder mehr Fachsemestern einen Studienfachwechsel vornehmen; dies bezeichnen wir als *späte Studienfachwechsel*. Anschließend berechnen wir außerdem Studienfachwechselquoten während des Studienverlaufs.

3.2.2.1. Frühe Studienfachwechsel

Wir nehmen uns zuerst die Prüfungsgruppe Diplom im Studienfach Mathematik vor. Um die Studienfachwechselquoten mit der Formel (3.1) berechnen zu können, wählen wir die dafür erforderlichen Parameter wie folgt:

- f = Mathematik
- p = Diplom
- g = beide Geschlechter zusammen
- s = WS 1992/1993 bis WS 2007/2008
- x = 1. Fachsemester
- y = 3. Fachsemester

Die Studienfachwechselquoten, die sich unter diesen Voraussetzungen für den 16 Semester umfassenden Zeitraum der Wintersemester von 1992/1993 bis 2007/2008 ergeben, sind in Tabelle 3.1 dargestellt.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	4.389	2.673	1.716	39,1%
1993/1994	4.137	2.520	1.617	39,1%
1994/1995	3.678	2.258	1.420	38,6%
1995/1996	3.437	2.215	1.222	35,6%
1996/1997	3.374	1.939	1.435	42,5%
1997/1998	3.301	2.068	1.233	37,4%
1998/1999	3.355	1.826	1.529	45,6%
1999/2000	3.110	1.891	1.219	39,2%
2000/2001	3.560	2.254	1.306	36,7%
2001/2002	4.317	2.766	1.551	35,9%
2002/2003	4.396	2.743	1.653	37,6%
2003/2004	4.311	2.525	1.786	41,4%
2004/2005	3.782	2.340	1.442	38,1%
2005/2006	3.496	2.183	1.313	37,6%
2006/2007	2.502	1.669	833	33,3%
2007/2008	1.249	837	416	33,0%

Tabelle 3.1.: Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

Wir betrachten zunächst die Entwicklung der Studienanfängerzahlen. Von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 1999/2000 lässt sich ein Rückgang der Anfängerzahlen von annäherungsweise 30% erkennen. Erst in den danach folgenden Wintersemestern erholen sich diese Zahlen und erreichen ein Niveau wie zu Beginn des Betrachtungszeitraumes im Wintersemester 1992/1993. Der Rückgang der Anfängerzahlen seit dem WS 2004/2005 erklärt sich durch die vom Bologna-Prozess initialisierte Umstellung der Diplomstudiengänge an den Hochschulen auf die Bachelor- und Masterstudiengänge.

Die sich für die 16 betrachteten Wintersemester ergebenden Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern sind im Zeitverlauf nur geringfügigen Schwankungen unterworfen gewesen; im Mittel beläuft sich die Studienfachwechselquote auf 38,2%. Wir stellen fest, dass nach den ersten beiden Fachsemestern im Schnitt vier von zehn Studienanfängern ihr begonnenes Diplomstudium der Mathematik abbrechen.

Die bisher berechneten Studienfachwechselquoten basieren auf Zahlen, in denen sowohl männliche als auch weibliche Studienanfänger enthalten sind. Wir gehen nun der Frage nach, ob Männer und Frauen ein unterschiedliches Abbruch- und Fachwechselverhalten aufweisen. Dazu behalten wir die Wahl der Parameter f , p , s , x und y aus der vorhergehenden Berechnung der Studienfachwechselquoten für beide Geschlechter bei und ändern g von „beide Geschlechter zusammen“ auf „männlich“ bzw. auf „weiblich“. Die sich mit diesen Modifikationen ergebenden Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern sind in den Tabellen 3.2 und 3.3 auf Seite 27 dargestellt.

Bevor wir näher auf die frühen Studienfachwechsel eingehen, betrachten wir auch hier die Anfängerzahlen. Während der ersten Hälfte der 1990er Jahre betrug der Frauenanteil bei Studienanfängern im Diplomstudiengang Mathematik 30%. Bis zu Beginn des 21. Jahrhunderts stieg diese Quote an und liegt seit dem Jahr 2000 konstant bei 40%.

Wir wenden uns jetzt den Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern für männliche und weibliche Studienanfänger im Diplomstudiengang Mathematik zu. Es fällt sofort auf, dass die Studienfachwechselquoten der Männer stets unter denen der Frauen liegen. Männliche Studierende brechen im Mittel zu 33,9% ihr begonnenes Mathematikstudium während des ersten Studienjahres ab. Demgegenüber beläuft sich die Studienfachwechselquote der weiblichen Studierenden für denselben Zeitraum auf durchschnittlich 45,3%; dies ist ein Unterschied von 11,4 Prozentpunkten.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	3.052	1.987	1.065	34,9%
1993/1994	2.878	1.874	1.004	34,9%
1994/1995	2.605	1.676	929	35,7%
1995/1996	2.265	1.528	737	32,5%
1996/1997	2.200	1.345	855	38,9%
1997/1998	2.078	1.396	682	32,8%
1998/1999	2.057	1.187	870	42,3%
1999/2000	1.839	1.190	649	35,3%
2000/2001	2.012	1.327	685	34,0%
2001/2002	2.550	1.750	800	31,4%
2002/2003	2.516	1.690	826	32,8%
2003/2004	2.615	1.650	965	36,9%
2004/2005	2.282	1.543	739	32,4%
2005/2006	2.063	1.416	647	31,4%
2006/2007	1.453	1.058	395	27,2%
2007/2008	754	539	215	28,5%

Tabelle 3.2.: Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	1.337	686	651	48,7%
1993/1994	1.259	646	613	48,7%
1994/1995	1.073	582	491	45,8%
1995/1996	1.172	687	485	41,4%
1996/1997	1.174	594	580	49,4%
1997/1998	1.223	672	551	45,1%
1998/1999	1.298	639	659	50,8%
1999/2000	1.271	701	570	44,8%
2000/2001	1.548	927	621	40,1%
2001/2002	1.767	1.016	751	42,5%
2002/2003	1.880	1.053	827	44,0%
2003/2004	1.696	875	821	48,4%
2004/2005	1.500	797	703	46,9%
2005/2006	1.433	767	666	46,5%
2006/2007	1.049	611	438	41,8%
2007/2008	495	298	197	39,8%

Tabelle 3.3.: Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

In Abbildung 3.1 sind die Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern der männlichen und weiblichen Studienanfänger im Diplomstudiengang Mathematik von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2007/2008 dargestellt. Die Graphik veranschaulicht, dass die Studienfachwechselquoten der Frauen um durchschnittlich 11,4 Prozentpunkte höher ausfallen als die der Männer.

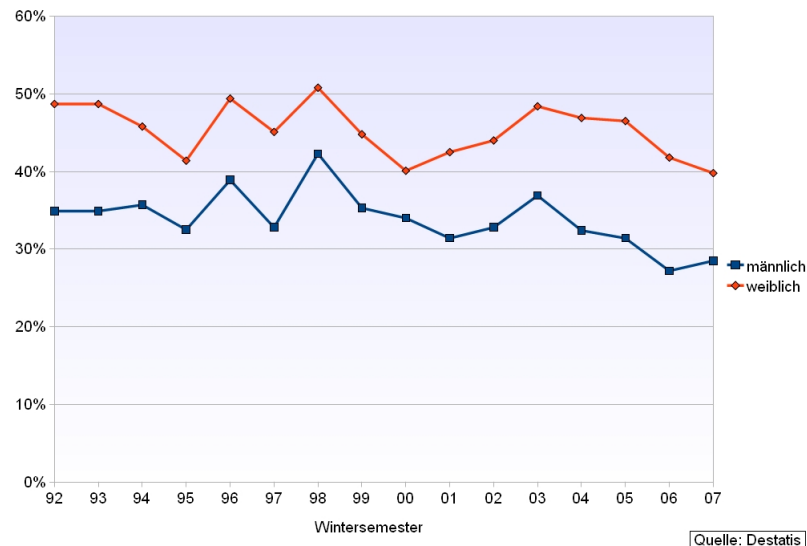


Abbildung 3.1.: Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom

Der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreier Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern der männlichen und weiblichen Studierenden im Diplomstudiengang Mathematik ergibt einen höchst signifikanten Unterschied ($\alpha < 0,001$).

Wie wir bereits aus Tabelle 3.1 auf Seite 25 entnehmen konnten, sind die Gesamtstudierendenzahlen im Diplomstudiengang Mathematik der jüngeren Wintersemester rückläufig. Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass viele Universitäten die Diplomstudiengänge auslaufen lassen und durch Bachelorstudiengänge ersetzen. Aus diesem Grund haben wir auch für die Prüfungsgruppe Bachelor im Studienfach Mathematik Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern berechnet. Um die Formel (3.1) verwenden zu können, wählen wir die dafür benötigten Parameter folgendermaßen:

- f = Mathematik
- p = Bachelor
- g = beide Geschlechter zusammen

- s = WS 2000/2001 bis WS 2007/2008
- x = 1. FS
- y = 3. FS

In Tabelle 3.4 sind die Studienfachwechselquoten dargestellt, die sich für die eben spezifizierten Parameter ergeben.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	228	133	95	41,7%
2001/2002	414	269	145	35,0%
2002/2003	731	501	230	31,5%
2003/2004	1.037	655	382	36,8%
2004/2005	1.510	1.026	484	32,1%
2005/2006	2.748	1.792	956	34,8%
2006/2007	2.907	1.757	1.150	39,6%
2007/2008	4.464	3.083	1.381	30,9%

Tabelle 3.4.: *Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor*

Die von Wintersemester zu Wintersemester ansteigenden Anfängerzahlen sind dadurch zu erklären, dass nicht alle Hochschulen zeitgleich die neuen Bachelorstudiengänge eingeführt haben. Ebenso muss man anmerken, dass es Wechsel von den Diplomstudiengängen in die Bachelorstudiengänge gegeben hat, deren Ausmaß und Auswirkungen auf unsere Berechnungen nicht eingeschätzt werden können. Allerdings würden solche Wechsel und damit verbundene Einstufungen in höhere Fachsemester zu einer Senkung der Studienfachwechselquote führen. Wir können daher davon ausgehen, dass die Studienfachwechselquoten noch über den von uns an dieser Stelle präsentierten Ergebnissen liegen, die folglich untere Schranken darstellen.

Über den achtsemestrigen Betrachtungszeitraum schwanken die Studienfachwechselquoten zwischen 31,5% und 41,7%. Im Mittel beträgt die Studienfachwechselquote 35,3%.

Vergleichen wir die Quoten des Bachelorstudiengangs mit denen des Diplomstudiengangs und beschränken uns dabei auf den Zeitraum von Wintersemester 2000/2001 bis Wintersemester 2007/2008, so liefert uns der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) keinen signifikanten Unterschied. Wir können daraus schließen, dass die Umstellung auf die Bachelorstudiengänge bislang keine wesentlichen Auswirkungen auf die Studienfachwechselquoten zu haben scheint.

Für den Diplomstudiengang Mathematik konnten wir während des ersten Studienjahres signifikante Unterschiede im Abbruch- und Fachwechselverhalten von männlichen und weiblichen Studienanfängern feststellen. Wir werden nun der Frage nachgehen, ob sich diese Abweichungen auch für den Bachelorstudiengang Mathematik feststellen lassen.

Aus diesem Grund behalten wir die Wahl der Parameter f , p , s , x und y aus der vorhergehenden Berechnung der Studienfachwechselquoten für beide Geschlechter im Bachelorstudiengang bei und ändern g von „beide Geschlechter zusammen“ auf „männlich“ bzw. auf „weiblich“. Die sich dadurch ergebenden Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern sind in den Tabellen 3.5 und 3.6 dargestellt.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	165	100	65	39,4%
2001/2002	299	191	108	36,1%
2002/2003	464	315	149	32,1%
2003/2004	536	343	193	36,0%
2004/2005	672	463	209	31,1%
2005/2006	1.192	708	475	40,2%
2006/2007	1.287	785	502	39,0%
2007/2008	2.244	1.617	627	27,9%

Tabelle 3.5.: Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	63	33	30	47,6%
2001/2002	115	78	37	32,2%
2002/2003	267	186	81	30,3%
2003/2004	501	312	189	37,7%
2004/2005	838	563	275	32,8%
2005/2006	1.565	1.084	481	30,7%
2006/2007	1.620	972	648	40,0%
2007/2008	2.220	1.466	754	34,0%

Tabelle 3.6.: Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor

Bevor wir näher auf die Studienfachwechselquoten eingehen, betrachten wir die Anfängerzahlen der männlichen und weiblichen Studierenden im Bachelorstudiengang Mathematik. In den ersten beiden Wintersemestern unseres Betrachtungszeitraumes betrug die Frauenquote etwa 28%. Danach stieg der Frauenanteil an und liegt seit dem

Wintersemester 2003/2004 bei circa 50%. Auf den ersten Blick lassen diese Quoten vermuten, dass das Fachstudium der Mathematik durch die neuen Bachelorstudiengänge für Frauen attraktiver geworden ist. Dies ist aber leider nicht der Fall. Im Zuge des Bologna-Prozesses wurden sowohl Diplom- als auch die von den Frauen dominierten Lehramtsstudiengänge auf Bachelorstudiengänge umgestellt. Während der Einführungsphase der Bachelorstudiengänge wurden diese beiden heterogenen Studierendengruppen beim Statistischen Bundesamt jedoch nicht differenziert; m.a.W.: die in den Tabellen präsentierten Anfängerzahlen beinhalten sowohl Fach- als auch Lehramtsstudierende. Bei der Interpretation der Studienfachwechselquoten für den Bachelorstudiengang ist somit Vorsicht geboten.

Die Studienfachwechselquoten der männlichen Studienanfänger liegen im Mittel bei 36,3% und die der Frauen bei 35,9%. Der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreier Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden ergibt keinen signifikanten Unterschied. Da allerdings Lehramtsstudierende in die Berechnung der Quoten einfließen, können wir nicht mit Sicherheit sagen, ob das Abbruch- und Fachwechselverhalten der männlichen und weiblichen Fachstudierenden im Bachelorstudiengang tatsächlich in einer ähnlichen Größenordnung liegt.

Abschließend untersuchen wir mit dem U-Test von Mann und Whitney, ob sich bei den Geschlechtern Veränderungen beim Übergang von den Diplom- zu den Bachelorstudiengängen ergeben haben. Obwohl bei den männlichen Bachelorstudierenden ebenfalls Lehramtsstudierende in die Berechnung der Studienfachwechselquoten einfließen, lassen sich keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Bachelorstudiengang feststellen. Bei den weiblichen Studierenden bietet sich uns ein anderer Sachverhalt. In dieser Gruppe ist der Anteil der Lehramtsstudierenden höher als bei der männlichen Bezugsgruppe⁴, wodurch die Studienfachwechselquoten stärker beeinflusst werden. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist der mit dem U-Test nachgewiesene schwach signifikante Unterschied ($\alpha < 0,05$) der Studienfachwechselquoten von weiblichen Diplom- und Bachelorstudierenden lediglich unter Vorbehalt zu konstatieren.

Im folgenden Abschnitt werden wir untersuchen, ob die Differenzen zwischen den Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden nach dem ersten Studienjahr auch in den darauf folgenden Jahren bestehen bleiben oder ob sich diese Quoten im Zeitverlauf einander annähern.

⁴Vgl. Dieter et al. (2008a).

3.2.2.2. Späte Studienfachwechsel

In Abschnitt 3.2.2.1 haben wir uns denjenigen Studierenden gewidmet, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester den ursprünglich gewählten Studiengang gewechselt bzw. sich exmatrikuliert haben. Im Folgenden betrachten wir die Studierenden, die erst nach drei oder mehr Fachsemestern einen Studienfachwechsel vorgenommen haben.

Zur Berechnung der Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern für männliche und weibliche Studierende der Anfängerjahrgänge im Diplomstudiengang Mathematik von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2006/2007 verwenden wir die Formel (3.1) und wählen die dafür benötigten Parameter folgendermaßen:

- f = Mathematik
- p = Diplom
- g = männlich, weiblich
- s = WS 1992/1993 bis WS 2006/2007
- x = 1. Fachsemester
- y = 5., 7. und 9. Fachsemester

Die daraus resultierenden Studienfachwechselquoten sind in der nachfolgenden Tabelle 3.7 dargestellt.

Studienbeginn im WS t	Geschlecht	1. FS im WS t	STF-WQ nach ...		
			4 FS	6 FS	8 FS
1992/1993	m	3.052	45,8 %	55,7 %	56,1 %
	w	1.337	60,1 %	67,9 %	70,3 %
1993/1994	m	2.878	48,6 %	54,8 %	62,0 %
	w	1.259	61,5 %	67,9 %	72,3 %
1994/1995	m	2.605	45,1 %	57,8 %	63,8 %
	w	1.073	59,8 %	70,5 %	74,8 %
1995/1996	m	2.265	46,9 %	57,4 %	66,4 %
	w	1.172	59,4 %	70,9 %	77,6 %
1996/1997	m	2.200	50,9 %	64,1 %	70,0 %
	w	1.174	63,7 %	75,6 %	80,5 %
1997/1998	m	2.078	53,7 %	62,4 %	67,9 %
	w	1.223	63,5 %	72,5 %	76,8 %

Studienbeginn im WS t	Geschlecht	1. FS im WS t	STF-WQ nach ...		
			4 FS	6 FS	8 FS
1998/1999	m	2.057	51,3 %	59,6 %	64,6 %
	w	1.298	65,3 %	71,1 %	74,8 %
1999/2000	m	1.839	45,9 %	57,1 %	64,1 %
	w	1.271	56,5 %	65,2 %	71,9 %
2000/2001	m	2.012	44,5 %	54,5 %	64,5 %
	w	1.548	53,5 %	64,9 %	73,3 %
2001/2002	m	2.550	45,5 %	60,8 %	66,7 %
	w	1.767	57,7 %	69,0 %	72,8 %
2002/2003	m	2.516	50,0 %	57,8 %	62,8 %
	w	1.880	60,5 %	69,0 %	72,2 %
2003/2004	m	2.615	47,3 %	55,5 %	62,0 %
	w	1.696	58,3 %	66,0 %	73,6 %
2004/2005	m	2.282	44,4 %	53,5 %	59,7 %
	w	1.500	57,5 %	65,4 %	70,1 %
2005/2006	m	2.063	43,2 %	48,5 %	
	w	1.433	60,2 %	66,2 %	
2006/2007	m	1.453	35,7 %		
	w	1.049	54,0 %		

Tabelle 3.7.: Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht

Bei den frühen Fachwechslern konnten wir zeigen, dass im Diplomstudiengang Mathematik weibliche Studienanfänger während der ersten beiden Fachsemester dieses Studium häufiger aufgeben als männliche Studienanfänger. Nach zwei Fachsemestern betrug die Differenz der Studienfachwechselquoten zwischen männlichen und weiblichen Diplomstudierenden der Mathematik durchschnittlich 11,4 Prozentpunkte (vgl. Abschnitt 3.2.2.1). Wir betrachten im Folgenden die Differenzen, die sich für die Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern ergeben, und erkennen, dass sich dieses Phänomen auch bei den späten Studienfachwechseln beobachten lässt.

Nach vier Fachsemestern beträgt die Studienfachwechselquote bei weiblichen Studierenden durchschnittlich 59,4% und bei männlichen Studierenden im Mittel 46,6%; dies bedeutet eine Differenz von 12,8 Prozentpunkten. Betrachten wir die Studienfachwechselquoten nach sechs Fachsemestern, so stellen wir fest, dass die Quoten weiter gestiegen sind. Durchschnittlich 68,7% der weiblichen und 57,1% der männlichen Studierenden haben in diesem Zeitraum ihr ursprünglich gewähltes Studium

aufgegeben. Der Unterschied der Studienfachwechselquoten zwischen den Geschlechtern beläuft sich auf 11,6 Prozentpunkte. Am Ende unseres Betrachtungszeitraumes nach acht Fachsemestern liegt die Studienfachwechselquote der Frauen im Mittel bei 73,9% und die der Männer bei 63,9%; dies ist eine Differenz von 10 Prozentpunkten. Die Studienfachwechselquoten nach acht Fachsemestern besagen, dass im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom im Schnitt nur jeder dritte Studienanfänger und jede vierte Studienanfängerin das neunte Fachsemester erreichen.

Wir ziehen erneut den U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreien Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden heran und untersuchen die Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern. Es ergibt sich jeweils ein höchst signifikanter Unterschied ($\alpha < 0,001$).

3.2.2.3. Studienfachwechsel im Studienverlauf

In Abschnitt 3.2.2.1 haben wir die Studienfachwechselquoten vom ersten ins dritte Fachsemester berechnet. Dabei haben wir einen durchschnittlichen Unterschied von 11,4 Prozentpunkten zwischen den Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden – zu Ungunsten der Frauen – ausgemacht. Im weiteren Verlauf haben wir in Abschnitt 3.2.2.2 die Studienfachwechselquoten nach dem vierten, sechsten und achten Fachsemester jeweils bezogen auf das erste Fachsemester berechnet. Wir konnten feststellen, dass dabei die Differenz zwischen den Geschlechtern jeweils bei circa 10 Prozentpunkten liegt.

Wir widmen uns im Folgenden der Frage, wie die Unterschiede zwischen den Studienfachwechselquoten der Männer und denen der Frauen aussehen, wenn wir die Studienfachwechselquoten nicht auf Basis des ersten Fachsemesters, sondern auf der höherer Fachsemester berechnen. Aus diesem Grund haben wir die Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte, vom fünften ins siebte und vom siebten ins neunte Fachsemester berechnet. Um die Formel (3.1) zur Berechnung der Studienfachwechselquoten verwenden zu können, haben wir $f = \text{Mathematik}$, $p = \text{Diplom}$, $g = \text{männlich bzw. weiblich}$ und $s = \text{WS 1992/1993 bis WS 2006/2007}$ gesetzt. Die Wahl der Parameter x und y ist abhängig von der jeweils betrachteten Fachsemesterspanne. Für die Ermittlung der Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte Fachsemester wird $x = 3$ und $y = 5$ gesetzt. Analog wählen wir für die Studienfachwechselquoten vom fünften ins siebte Fachsemester $x = 5$ und $y = 7$ und für die vom siebten ins neunte Fachsemester $x = 7$ und $y = 9$. Die sich ergebenden Werte der Studienfachwechselquoten sind Tabelle 3.8 auf Seite 35 zu entnehmen.

Die Differenzen zwischen den Studienfachwechselquoten werden im Zeitverlauf im-

mer geringer. So unterscheiden sich die Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte Fachsemester von Frauen und Männern um durchschnittlich 6,5 Prozentpunkte und die vom fünften ins siebte Fachsemester um 3,7 Prozentpunkte. Der Unterschied vom siebten ins neunte Fachsemester beläuft sich lediglich auf 1,6 Prozentpunkte.

Anfänger im WS	STF-WQ ...					
	vom 3. ins 5. FS		vom 5. ins 7. FS		vom 7. ins 9. FS	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
92/93	16,8%	22,3%	18,3%	19,5%	0,8%	7,5%
93/94	21,0%	24,9%	12,1%	16,7%	15,8%	13,6%
94/95	14,7%	25,9%	23,1%	26,5%	14,3%	14,8%
95/96	21,3%	30,7%	19,6%	28,4%	21,3%	23,2%
96/97	19,7%	28,3%	26,9%	32,9%	16,3%	19,9%
97/98	31,0%	33,6%	18,9%	24,7%	14,7%	15,5%
98/99	15,6%	29,4%	17,1%	16,9%	12,3%	12,8%
99/00	16,4%	21,1%	20,7%	20,1%	16,3%	19,2%
00/01	15,9%	22,3%	18,0%	24,6%	21,9%	23,9%
01/02	20,5%	26,4%	28,1%	26,9%	15,1%	12,2%
02/03	25,5%	29,4%	15,6%	21,5%	11,9%	10,3%
03/04	16,5%	19,2%	15,6%	18,4%	14,4%	22,5%
04/05	17,8%	19,9%	16,3%	18,7%	13,3%	13,7%
05/06	17,3%	25,6%	9,2%	15,2%		
06/07	11,7%	20,9%				
Ø	18,8%	25,3%	18,5%	22,2%	14,5%	16,1%

Tabelle 3.8.: Studienfachwechselquoten während des Studiums im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht

Während sich mit dem U-Test von Mann und Whitney für die Studienfachwechselquoten vom ersten ins dritte und vom dritten ins fünfte Fachsemester höchst signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,001$) ergeben, können für die Quoten von männlichen und weiblichen Diplomstudierenden der Mathematik vom fünften ins siebte und vom siebten ins neunte Fachsemester keine signifikanten Unterschiede mehr ausgemacht werden.

Wir setzen diese neuen Einsichten in Bezug zu der durchschnittlichen Differenz von etwas mehr als 10 Prozentpunkten zwischen den Studienfachwechselquoten von weiblichen und männlichen Studierenden, die über den gesamten hier betrachteten Studienverlauf konstant bleibt. Wir stellen fest, dass diese Differenz sich in der Studieneingangsphase herausprägt und Frauen demnach ein eben erst begonnenes Diplomstudium der Mathematik signifikant schneller aufgeben, während männliche Studierende eher im Studium verbleiben. Sind dagegen die ersten beiden Studienjahre überstanden, so lassen sich zwischen den Geschlechtern keine Unterschiede im Studienfachwechselverhalten mehr feststellen.

3.2.3. Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik

Wir werden für das Studienfach Wirtschaftsmathematik die gleichen Betrachtungen anstellen, die wir bereits zuvor in Abschnitt 3.2.2 für das Studienfach Mathematik vorgenommen haben. Dazu teilen wir die Studienfachwechsler wieder in zwei Gruppen ein. Die erste Gruppe besteht aus den frühen Studienfachwechslern, die in der Studieneingangsphase, d.h. während der ersten beiden Fachsemester, das Studienfach und/oder die Prüfungsgruppe wechseln bzw. sich exmatrikulieren. Die zweite Gruppe setzt sich aus den späten Studienfachwechslern zusammen, die erst nach drei oder mehr Fachsemestern eine Korrektur der Studienentscheidung vornehmen.

3.2.3.1. Frühe Studienfachwechsel

Wir beginnen unsere Betrachtungen für das Studienfach Wirtschaftsmathematik mit der Prüfungsgruppe Diplom. Dazu berechnen wir die Studienfachwechselquoten mit Hilfe der Formel (3.1) und wählen die dazu notwendigen Parameter folgendermaßen:

- f = Wirtschaftsmathematik
- p = Diplom
- g = beide Geschlechter zusammen
- s = WS 1992/1993 bis WS 2007/2008
- x = 1. Fachsemester
- y = 3. Fachsemester

Die Studienfachwechselquoten, die sich unter diesen Voraussetzungen für den 16 Semester umfassenden Zeitraum, der sich von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2007/2008 erstreckt, ergeben, sind in Tabelle 3.9 auf Seite 37 dargestellt.

Bevor wir näher auf die Studienfachwechselquoten eingehen, wenden wir uns der Entwicklung der Studienanfängerzahlen zu. Von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 1996/1997 lässt sich ein Rückgang der Anfängerzahlen von annäherungsweise 40% erkennen. Erst in den danach folgenden Wintersemestern steigen die Immatrikulationszahlen wieder und liegen im Wintersemester 2004/2005 ungefähr 1,7-mal so hoch wie zu Beginn des Betrachtungszeitraumes im Wintersemester 1992/1993. Der Rückgang der Anfängerzahlen seit dem WS 2004/2005 erklärt sich durch die vom Bologna-Prozess initialisierte Umstellung der Diplom- auf die Bachelor- und Masterstudiengänge.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	854	551	303	35,5 %
1993/1994	755	525	230	30,5 %
1994/1995	662	420	242	36,6 %
1995/1996	562	352	210	37,4 %
1996/1997	521	371	150	28,8 %
1997/1998	631	412	219	34,7 %
1998/1999	678	513	165	24,3 %
1999/2000	996	731	265	26,6 %
2000/2001	1.289	896	393	30,5 %
2001/2002	1.242	871	371	29,9 %
2002/2003	1.337	929	408	30,5 %
2003/2004	1.488	987	501	33,7 %
2004/2005	1.450	962	488	33,7 %
2005/2006	1.423	910	513	36,1 %
2006/2007	1.246	790	456	36,6 %
2007/2008	331	199	132	39,6 %

Tabelle 3.9.: Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

Die sich für die 16 betrachteten Wintersemester ergebenden Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern sind im Zeitverlauf nur geringen Schwankungen unterworfen gewesen. Im Mittel beläuft sich die Studienfachwechselquote auf 32,8%. Wir erkennen, dass jeder dritte Studienanfänger nach den ersten beiden Fachsemestern das Diplomstudium der Wirtschaftsmathematik abbricht.

Die bisher berechneten Studienfachwechselquoten beinhalten sowohl männliche als auch weibliche Studienanfänger. Für den Diplomstudiengang Mathematik konnten wir höchst signifikante Unterschiede im Abbruch- und Fachwechselverhalten von Männern und Frauen nachweisen (vgl. Abschnitt 3.2.2.1). Wir gehen nun der Frage nach, ob sich für den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik Ähnliches beobachten lässt. Dazu behalten wir die Wahl der Parameter f , p , s , x und y aus der vorhergehenden Berechnung der Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern für beide Geschlechter bei und ändern lediglich g von „beide Geschlechter zusammen“ auf „männlich“ bzw. auf „weiblich“. Die sich mit diesen Änderungen ergebenden Studienfachwechselquoten sind den Tabellen 3.10 und 3.11 auf Seite 38 zu entnehmen.

Bevor wir näher auf die Studienfachwechselquoten eingehen, werfen wir einen Blick auf die Anfängerzahlen. Während der ersten Hälfte der 1990er Jahre war jeder dritte Anfänger im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik weiblich. Danach stieg der Frauenanteil an und liegt seit dem Wintersemester 1998/1999 konstant bei über 40%.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	559	363	196	35,1 %
1993/1994	529	381	148	28,0 %
1994/1995	436	288	148	33,9 %
1995/1996	376	244	132	35,1 %
1996/1997	322	232	90	28,0 %
1997/1998	390	269	121	31,0 %
1998/1999	380	303	77	20,3 %
1999/2000	541	407	134	24,8 %
2000/2001	723	532	191	26,4 %
2001/2002	705	490	215	30,5 %
2002/2003	719	522	197	27,4 %
2003/2004	836	560	276	33,0 %
2004/2005	792	546	246	31,1 %
2005/2006	819	532	287	35,0 %
2006/2007	659	433	226	34,3 %
2007/2008	193	125	68	35,2 %

Tabelle 3.10.: Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
1992/1993	295	188	107	36,3 %
1993/1994	226	144	82	36,3 %
1994/1995	226	132	94	41,6 %
1995/1996	186	108	78	41,9 %
1996/1997	199	139	60	30,2 %
1997/1998	241	143	98	40,7 %
1998/1999	298	210	88	29,5 %
1999/2000	455	324	131	28,8 %
2000/2001	566	364	202	35,7 %
2001/2002	537	381	156	29,1 %
2002/2003	618	407	211	34,1 %
2003/2004	652	427	225	34,5 %
2004/2005	658	416	242	36,8 %
2005/2006	604	378	226	37,4 %
2006/2007	587	357	230	39,2 %
2007/2008	138	74	64	46,4 %

Tabelle 3.11.: Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom

Wir wenden uns jetzt den Studienfachwechselquoten männlicher und weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik zu. Bis auf das Wintersemester 2001/2002 liegen die Studienfachwechselquoten der Frauen nach den ersten beiden Fachsemestern stets über denen der Männer. Männliche Studierende brechen im Mittel zu 30,6% ihr begonnenes Studium der Wirtschaftsmathematik während des ersten Studienjahres ab. Demgegenüber beläuft sich die Studienfachwechselquote bei weiblichen Studierenden auf durchschnittlich 36,1%.

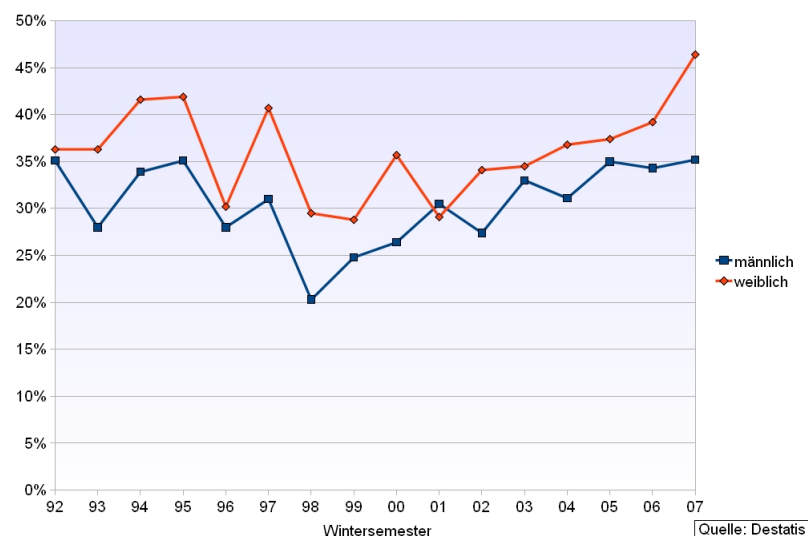


Abbildung 3.2.: Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom

In Abbildung 3.2 sind die Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern der männlichen und weiblichen Studienanfänger von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2007/2008 dargestellt. Die Graphik veranschaulicht, dass die Studienfachwechselquoten der Frauen höher ausfallen als die der Männer. Im Mittel beläuft sich der Unterschied auf 5,5 Prozentpunkte und fällt somit geringer aus als im Diplomstudiengang Mathematik, bei dem diese Differenz bei 11,4 Prozentpunkten liegt (vgl. Abschnitt 3.2.2.1).

Der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreier Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik ergibt einen stark signifikanten Unterschied ($\alpha < 0,01$).

Für den Diplomstudiengang Mathematik konnten wir beobachten, dass die Immatrikulationszahlen seit dem Wintersemester 2005/2006 rückläufig sind. Gleiches lässt sich

ebenfalls für den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik feststellen; vgl. dazu Tabelle 3.9 auf Seite 37. Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass viele Universitäten die Diplomstudiengänge auslaufen lassen und durch Bachelorstudiengänge ersetzen.

Aus diesem Grund haben wir auch für die Prüfungsgruppe Bachelor im Studienfach Wirtschaftsmathematik die Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern berechnet. Um die Formel (3.1) verwenden zu können, wählen wir die Parameter wie folgt:

- f = Wirtschaftsmathematik
- p = Bachelor
- g = beide Geschlechter zusammen
- s = WS 2000/2001 bis WS 2007/2008
- x = 1. Fachsemester
- y = 3. Fachsemester

In Tabelle 3.12 sind die Studienfachwechselquoten dargestellt, die sich für die eben spezifizierten Parameter ergeben.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	28	21	7	25,0 %
2001/2002	40	26	14	35,0 %
2002/2003	33	24	11	27,3 %
2003/2004	28	21	7	25,0 %
2004/2005	55	32	23	41,8 %
2005/2006	156	110	46	29,5 %
2006/2007	444	321	123	27,7 %
2007/2008	1.030	654	376	36,5 %

Tabelle 3.12.: *Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor*

Die von Wintersemester zu Wintersemester ansteigenden Anfängerzahlen sind dadurch zu erklären, dass nicht alle Hochschulen zeitgleich die neuen Bachelorstudiengänge eingeführt haben. Ebenso muss man anmerken, dass es Wechsel von den Diplomstudiengängen in die Bachelorstudiengänge gegeben hat, deren Ausmaß und Auswirkungen auf unsere Berechnungen nicht eingeschätzt werden können. Allerdings würden

solche Wechsel und damit verbundene Einstufungen in höhere Fachsemester zu einer Senkung der Studienfachwechselquote führen. Wir können daher davon ausgehen, dass die Studienfachwechselquoten noch über den von uns an dieser Stelle präsentierten Ergebnissen liegen.

Die Studienfachwechselquoten schwanken innerhalb des acht Semester umspannenden Betrachtungszeitraumes zwischen 25,0% und 41,8%. Im Mittel beträgt die Studienfachwechselquote 31,0%.

Vergleichen wir die Quoten des Bachelorstudiengangs mit denen des Diplomstudiengangs für die Wintersemester von 2000/2001 bis 2007/2008, so liefert uns der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) keinen signifikanten Unterschied. Wir können daraus schließen, dass die Umstellung auf die Bachelorstudiengänge bislang keine wesentlichen Auswirkungen auf die Studienfachwechselquoten zu haben scheint.

Für den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik konnten wir während des ersten Studienjahres stark signifikante Unterschiede im Abbruch- und Fachwechselverhalten von männlichen und weiblichen Studienanfängern feststellen. Wir werden nun der Frage nachgehen, ob sich diese Abweichungen auch für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik nachweisen lassen.

Aus diesem Grund behalten wir die Wahl der Parameter f , p , s , x und y aus der vorhergehenden Berechnung der Studienfachwechselquoten für beide Geschlechter im Bachelorstudiengang bei und ändern g von „beide Geschlechter zusammen“ auf „männlich“ bzw. auf „weiblich“. Die sich dadurch ergebenden Studienfachwechselquoten sind in den Tabellen 3.13 und 3.14 auf Seite 42 dargestellt.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	18	14	4	22,2 %
2001/2002	21	12	9	42,9 %
2002/2003	20	15	5	25,0 %
2003/2004	19	16	3	15,8 %
2004/2005	34	21	13	38,2 %
2005/2006	90	60	30	33,3 %
2006/2007	248	168	80	32,3 %
2007/2008	537	336	201	37,4 %

Tabelle 3.13.: *Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor*

Bevor wir näher auf die Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern eingehen, betrachten wir die Anfängerzahlen der männlichen und weiblichen Studierenden.

Aufgrund der zu Beginn kleinen Belegungszahlen ist die Frauenquote großen Schwankungen unterworfen. So lag der Frauenanteil in Wintersemester 2003/2004 bei 32,1% und im Wintersemester 2001/2002 bei 47,5%. Im letzten Wintersemester unseres Betrachtungszeitraumes liegt die Zahl der Studienanfänger im Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik das erste Mal über 1.000; der Frauenanteil beträgt hier 47,9%.

Studienstart im WS t	1. FS im WS t	3. FS im WS $t + 1$	Abbrecher absolut	STF-WQ
2000/2001	10	7	3	30,0 %
2001/2002	19	14	5	26,3 %
2002/2003	13	9	4	30,8 %
2003/2004	9	5	4	44,4 %
2004/2005	21	11	10	47,6 %
2005/2006	66	50	16	24,2 %
2006/2007	196	153	43	21,9 %
2007/2008	493	318	175	35,5 %

Tabelle 3.14.: *Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor*

Die Studienfachwechselquoten nach dem ersten Studienjahr der männlichen Studienanfänger liegen im Mittel bei 30,9% und die der Frauen bei 32,6%; die Differenz beträgt 1,7 Prozentpunkte. Der U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreier Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden ergibt keinen signifikanten Unterschied. Dadurch, dass in den ersten Semestern nach Umstellung auf den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik die Immatrikulationszahlen sehr gering waren, können wir nicht mit Sicherheit sagen, dass der Unterschied bei den Studienfachwechselquoten von Männern und Frauen durch die Umstellung vom Diplom- auf den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik tatsächlich geringer geworden ist, oder ob es ebenso wie beim Diplomstudiengang Unterschiede im Abbruch- und Fachwechselverhalten zwischen den Geschlechtern gibt.

Abschließend untersuchen wir mit dem U-Test von Mann und Whitney, ob sich bei den Geschlechtern Veränderungen beim Übergang vom Diplom- zum Bachelorstudiengang ergeben haben. Dabei beschränken wir uns auf die Daten der acht Wintersemester von 2000/2001 bis 2007/2008. Für diesen Zeitraum lassen sich mit dem U-Test weder für weibliche noch für männliche Studierende signifikante Unterschiede zwischen dem Diplom- und dem Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik feststellen.

Im folgenden Abschnitt werden wir untersuchen, ob die Differenzen zwischen den Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden im Diplom-

studiengang Wirtschaftsmathematik nach dem ersten Studienjahr auch in den darauf folgenden Jahren bestehen bleiben oder ob sich diese Quoten im Zeitverlauf einander annähern.

3.2.3.2. Späte Studienfachwechsel

Im vorangegangenen Abschnitt 3.2.3.1 haben wir uns mit denjenigen Studierenden beschäftigt, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester den ursprünglich gewählten Studiengang gewechselt oder sich exmatrikuliert haben. Im Folgenden richten wir unser Augenmerk auf die Studierenden, die erst nach drei oder mehr Fachsemestern einen späten Studienfachwechsel vorgenommen haben.

Zur Berechnung der Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern für männliche und weibliche Diplomstudierende der Anfängerjahrgänge von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2006/2007 verwenden wir die Formel (3.1) und wählen die dafür benötigten Parameter wie folgt:

- f = Wirtschaftsmathematik
- p = Diplom
- g = männlich, weiblich
- s = WS 1992/1993 bis WS 2006/2007
- x = 1. Fachsemester
- y = 5., 7. und 9. Fachsemester

Die daraus resultierenden Studienfachwechselquoten sind der nachfolgenden Tabelle 3.15 zu entnehmen.

Studienbeginn im WS t	Geschlecht	1. FS im WS t	STF-WQ nach ...		
			4 FS	6 FS	8 FS
1992/1993	m	559	47,6 %	56,0 %	63,1 %
	w	295	48,5 %	55,9 %	60,7 %
1993/1994	m	529	40,3 %	54,4 %	58,4 %
	w	226	50,4 %	58,8 %	61,9 %
1994/1995	m	436	47,0 %	55,7 %	62,6 %
	w	226	53,5 %	57,5 %	65,9 %
1995/1996	m	376	44,9 %	55,1 %	60,4 %
	w	186	54,8 %	61,8 %	63,4 %

Studienbeginn im WS t	Geschlecht	1. FS im WS t	STF-WQ nach ...		
			4 FS	6 FS	8 FS
1996/1997	m	322	41,9 %	48,4 %	57,5 %
	w	199	44,7 %	52,8 %	60,8 %
1997/1998	m	390	37,4 %	49,5 %	54,4 %
	w	241	45,2 %	53,5 %	60,6 %
1998/1999	m	380	34,2 %	44,5 %	54,2 %
	w	298	39,3 %	50,0 %	56,0 %
1999/2000	m	541	35,1 %	47,7 %	55,3 %
	w	455	41,8 %	51,6 %	56,9 %
2000/2001	m	723	36,0 %	44,5 %	53,7 %
	w	566	48,4 %	55,8 %	62,4 %
2001/2002	m	705	41,0 %	47,8 %	53,3 %
	w	537	41,9 %	54,2 %	62,0 %
2002/2003	m	719	40,3 %	52,4 %	59,4 %
	w	618	45,8 %	56,1 %	62,6 %
2003/2004	m	836	44,6 %	53,9 %	61,4 %
	w	652	45,9 %	55,7 %	64,9 %
2004/2005	m	792	44,6 %	54,0 %	60,2 %
	w	658	49,1 %	59,1 %	63,7 %
2005/2006	m	819	50,2 %	62,2 %	
	w	604	52,3 %	60,9 %	
2006/2007	m	659	46,7 %		
	w	587	49,2 %		

Tabelle 3.15.: Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht

Bei den frühen Fachwechseln konnten wir nachweisen, dass im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik weibliche Studienanfänger während der ersten beiden Fachsemester häufiger dieses Studium aufgeben als männliche Studienanfänger. Nach zwei Fachsemestern betrug die Differenz der Studienfachwechselquoten zwischen männlichen und weiblichen Diplomstudierenden der Wirtschaftsmathematik im Schnitt 5,5 Prozentpunkte (vgl. Abschnitt 3.2.3.1). Wir betrachten im Folgenden die Differenzen, die sich für die Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern ergeben und stellen fest, dass dieses Phänomen auch dort beobachtet werden kann.

Nach vier Fachsemestern beträgt die Studienfachwechselquote der weiblichen Studierenden durchschnittlich 47,4% und die der männlichen Studierenden im Mittel 42,1%;

dies bedeutet eine Differenz von 5,3 Prozentpunkten. Betrachten wir die Studienfachwechselquoten nach sechs Fachsemestern, so stellen wir fest, dass die Quoten weiter gestiegen sind. Durchschnittlich 56,0% der weiblichen und 51,9% der männlichen Studierenden haben in diesem Zeitraum ihr ursprünglich gewähltes Studium aufgegeben. Der Unterschied der Studienfachwechselquoten zwischen den Geschlechtern beläuft sich auf 4,1 Prozentpunkte. Am Ende unseres Betrachtungszeitraumes nach acht Fachsemestern liegt die Studienfachwechselquote der Frauen im Mittel bei 61,7% und die der Männer bei 58,0%; dies ist eine Differenz von 3,7 Prozentpunkten.

Wir stellen fest, dass sich im Gegensatz zum Diplomstudiengang Mathematik, bei dem die Differenz der Studienfachwechselquoten unabhängig von der betrachteten Dauer im Schnitt bei 10 Prozentpunkten liegt (vgl. Abschnitt 3.2.2.2), die durchschnittlichen Studienfachwechselquoten von Männern und Frauen im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik im Zeitverlauf einander annähern. Die Studienfachwechselquoten nach acht Fachsemestern besagen außerdem, dass im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom im Schnitt nur vier von zehn weiblichen und männlichen Studienanfängern das neunte Fachsemester erreichen. Wir sehen somit, dass im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik Studierende seltener das Fach wechseln oder sich exmatrikulieren als im Diplomstudiengang Mathematik

Wir ziehen erneut den U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreien Test für den Vergleich der Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden heran und untersuchen die Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern. Nach vier und nach acht Fachsemestern ergibt sich ein stark signifikanter Unterschied ($\alpha < 0,01$), während nach sechs Fachsemestern der Unterschied schwach signifikant ($\alpha < 0,05$) ist.

3.2.3.3. Studienfachwechsel im Studienverlauf

In Abschnitt 3.2.3.1 haben wir die Studienfachwechselquoten vom ersten ins dritte Fachsemester berechnet. Dabei haben wir einen durchschnittlichen Unterschied von 5,5 Prozentpunkten zwischen den Studienfachwechselquoten der männlichen und weiblichen Studierenden – zu Ungunsten der Frauen – ausgemacht. Im weiteren Verlauf haben wir in Abschnitt 3.2.3.2 die Studienfachwechselquoten nach dem vierten, sechsten und achten Fachsemester jeweils bezogen auf das erste Fachsemester berechnet. Wir konnten feststellen, dass dabei die Differenz zwischen den Geschlechtern mit Zunahme des Betrachtungszeitraumes geringer wird und am Ende nach acht Fachsemestern auf 3,7 Prozentpunkte gesunken ist.

Wir widmen uns im Folgenden der Frage, wie die Unterschiede zwischen den Quoten der Männer und denen der Frauen aussehen, wenn wir die Studienfachwechselquoten

nicht auf Basis des ersten Fachsemesters, sondern auf der höherer Fachsemester berechnen. Aus diesem Grund haben wir die Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte, vom fünften ins siebte und vom siebten ins neunte Fachsemester berechnet. Um die Formel (3.1) zur Berechnung der Studienfachwechselquoten verwenden zu können, haben wir f = Wirtschaftsmathematik, p = Diplom, g = männlich, weiblich und s = WS 1992/1993 bis WS 2006/2007 gesetzt. Die Wahl der Parameter x und y ist abhängig von der jeweils betrachteten Fachsemesterspanne. Für die Ermittlung der Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte Fachsemester wird $x = 3$ und $y = 5$ gesetzt. Analog wählen wir für die Studienfachwechselquoten vom fünften ins siebte Fachsemester $x = 5$ und $y = 7$ und für die vom siebten ins neunte Fachsemester $x = 7$ und $y = 9$. Die sich ergebenden Werte der Studienfachwechselquoten sind Tabelle 3.16 zu entnehmen.

Anfänger im WS	STF-WQ ...					
	vom 3. ins 5. FS		vom 5. ins 7. FS		vom 7. ins 9. FS	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
92/93	19,3%	19,1%	16,0%	14,5%	16,3%	10,8%
93/94	17,1%	22,2%	23,7%	17,0%	8,7%	7,5%
94/95	19,8%	20,5%	16,5%	8,6%	15,5%	19,8%
95/96	15,2%	22,2%	18,4%	15,5%	11,8%	4,2%
96/97	19,4%	20,9%	11,2%	14,5%	17,5%	17,0%
97/98	9,3%	7,7%	19,3%	15,2%	9,6%	15,2%
98/99	17,5%	13,8%	15,6%	17,7%	17,5%	12,1%
99/00	13,8%	18,2%	19,4%	17,0%	14,5%	10,9%
00/01	13,0%	19,8%	13,4%	14,4%	16,5%	14,8%
01/02	15,1%	18,1%	11,5%	21,2%	10,6%	17,1%
02/03	17,8%	17,7%	20,3%	19,1%	14,6%	14,8%
03/04	17,3%	17,3%	16,8%	18,1%	16,1%	20,8%
04/05	19,6%	19,5%	17,1%	19,7%	13,5%	11,2%
05/06	23,3%	23,8%	24,0%	18,1%		
06/07	18,9%	16,5%				
\emptyset	17,1%	18,5%	17,4%	16,5%	14,1%	13,5%

Tabelle 3.16.: Studienfachwechselquoten während des Studiums im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht

Die Differenzen zwischen den Studienfachwechselquoten werden im Zeitverlauf immer geringer. So unterscheiden sich die Studienfachwechselquoten vom dritten ins fünfte Fachsemester von Frauen und Männern um 1,4 Prozentpunkte und die vom fünften ins siebte Fachsemester um 0,9 Prozentpunkte. Der Unterschied vom siebten ins neunte Fachsemester beläuft sich schließlich auf 0,5 Prozentpunkte.

Während mit dem U-Test von Mann und Whitney für die Studienfachwechselquoten

vom ersten ins dritte Fachsemester ein stark signifikanter Unterschied ($\alpha < 0,01$) ermittelt werden kann, können für die Quoten von männlichen und weiblichen Diplomstudierenden der Wirtschaftsmathematik vom dritten ins fünfte, vom fünften ins siebte und vom siebten ins neunte Fachsemester keine signifikanten Unterschiede mehr ausgemacht werden.

Wir setzen diese neuen Einsichten in Bezug zu der durchschnittlichen Differenz von 5,5 Prozentpunkten, die sich bei der Berechnung der Studienfachwechselquoten vom ersten ins dritte Fachsemester ergeben hat, und stellen fest, dass Frauen ein gerade erst begonnenes Diplomstudium der Wirtschaftsmathematik signifikant schneller aufgeben, während der Eindruck entsteht, dass männliche Studierende eher ein Durchhalten erwägen. Ab dem zweiten Studienjahr scheinen männliche und weibliche Diplomstudierende ein ähnliches Abbruch- und Fachwechselverhalten aufzuweisen.

3.2.4. Studienbereichwechselquoten

Warum bedarf ausgerechnet der Studienabbruch und Studienfachwechsel in den Diplom- und Bachelorstudiengängen der Mathematik besonderer Aufmerksamkeit? Es ist durchaus vorstellbar, dass in anderen Studienfächern Studienfachwechselquoten, die über das in Abschnitt 3.2.1.2 beschriebene Verfahren berechnet werden können, in einer ähnlichen Größenordnung vorliegen. Allerdings weisen beispielsweise auch die Studien der HIS GmbH (vgl. Abschnitt 5.2), die auf dem gleichen Datenmaterial wie unsere eigenen Untersuchungen beruhen, dabei aber weniger ins Detail gehen, darauf hin, dass der Studienbereich Mathematik sich in diesem Hinblick von anderen Studienbereichen unterscheidet (vgl. Heublein et al. (2008a), S. 54).

Um uns zu vergewissern, dass die Studienfachwechselquoten in den mathematischen Studienfächern höher ausfallen als die anderer Studienfächer, gehen wir eine Ebene höher und betrachten anstelle der einzelnen Studienfächer Studienbereiche⁵. Der Übersichtlichkeit halber haben wir an dieser Stelle exemplarisch zwei weitere Studienbereiche ausgewählt und hierfür sogenannte *Studienbereichwechselquoten* STB-WQ berechnet, mittels derer wir die Höhe des Studienabbruchs und Studienfachwechsels in den einzelnen Studienbereichen quantifizieren werden.

Die Berechnung der Studienbereichwechselquoten erfolgt in analoger Weise zur Berechnung der Studienfachwechselquoten, die wir in Abschnitt 3.2.1.2 eingeführt haben. Der einzige Unterschied besteht darin, dass anstelle der Studienfächer der jeweils übergeordnete Studienbereich betrachtet wird. Unter dieser Prämisse müssen folgende

⁵Zur Erinnerung: Verwandte Studienfächer werden nach der Systematik des Statistischen Bundesamtes zu Studienbereichen zusammengefasst. Demnach besteht der Studienbereich Mathematik aus den Studienfächern Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik und Statistik.

Aspekte berücksichtigt werden: Wechsel innerhalb eines Studienbereichs von einem Studienfach in ein anderes unter Beibehaltung der Prüfungsgruppe fließen in die Studienbereichwechselquote nicht ein. Erst durch einen Wechsel in einen anderen Studienbereich liegt ein Studienbereichwechsel vor. Wird allerdings die Prüfungsgruppe gewechselt, erfolgt unabhängig davon, ob das neu belegte Studienfach im ursprünglichen Studienbereich liegt oder nicht, ein Studienbereichwechsel.

Da in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik der Studienabbruch und Studienfachwechsel innerhalb des ersten Studienjahres besonders hoch ausfällt und dort folglich der größte Handlungsbedarf besteht, beschränken wir uns an dieser Stelle auf einen Vergleich der Studienbereichwechselquoten nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom des Studienbereichs Mathematik mit denen der Studienbereiche Informatik und Wirtschaftswissenschaften. Dazu legen wir erneut die Anfänger von Wintersemester 1992/1993 bis Wintersemester 2007/2008 zugrunde. Die sich für diesen Zeitraum ergebenden Studienfachwechselquoten der drei von uns betrachteten Studienbereiche sind in Abbildung 3.3 dargestellt.

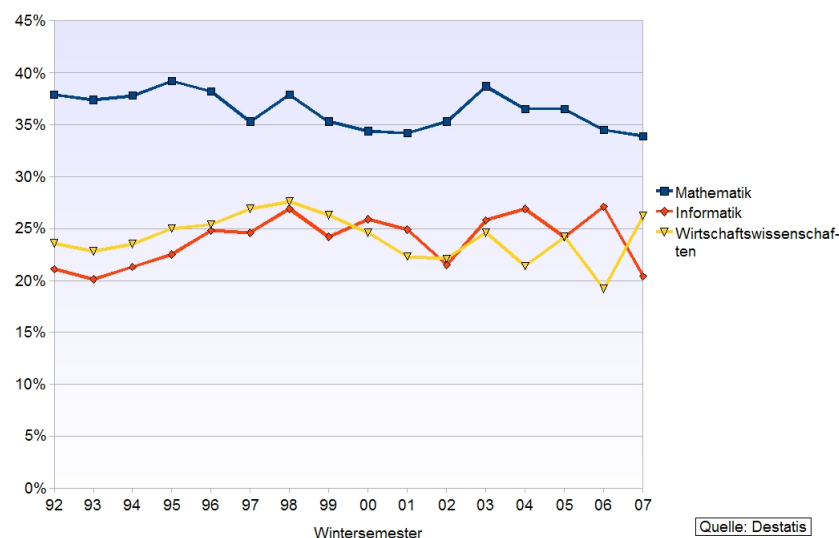


Abbildung 3.3.: Studienbereichwechselquoten nach zwei Fachsemestern in den Studienbereichen Mathematik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften in der Prüfungsgruppe Diplom

Aus der Abbildung können wir ersehen, dass für jeden der drei betrachteten Studienbereiche die Studienbereichwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Zeitverlauf lediglich geringfügigen Schwankungen unterworfen sind. Für den Studienbereich Mathematik ergibt sich eine durchschnittliche Studienbereichwechselquote von 36,4%. Für den Studienbereich Informatik liegt die Studienbereichwechselquote im Mittel bei 23,9% und für den Studienbereich Wirtschaftswissenschaften bei 24,1%.

Wir ziehen den U-Test von Mann und Whitney (vgl. Anhang A) als verteilungsfreien Test für den Vergleich der Studienbereichwechselquoten der drei von uns betrachteten Studienbereiche in der Prüfungsgruppe Diplom heran und erhalten Folgendes: Zwischen den Studienbereichwechselquoten der Studienbereiche Mathematik und Informatik sowie der Studienbereiche Mathematik und Wirtschaftswissenschaften ergeben sich jeweils höchst signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,001$), während zwischen den Studienbereichwechselquoten der Studienbereiche Informatik und Wirtschaftswissenschaften kein signifikanter Unterschied auszumachen ist.

Auch wenn wir hier den Studienbereich Mathematik lediglich mit zwei weiteren Studienbereichen verglichen haben, so müssen wir anmerken, dass uns kein anderer Studienbereich bekannt ist, in dem innerhalb des ersten Studienjahres in der Prüfungsgruppe Diplom so viele Studierende verloren gehen wie im Studienbereich Mathematik.

3.3. Retrospektive Erfassung der Studienfachwechsel

Mit dem in Abschnitt 3.2 verwendeten Verfahren ist es möglich, zu identifizieren, wann im Studienverlauf wie viele Studierende ihr ursprünglich begonnenes Studium aufgeben und sich entweder exmatrikulieren oder stattdessen einen anderen Studiengang belegen. Dieser Methode sind jedoch Grenzen gesetzt. Wir können auf diese Weise nämlich keine exakten Aussagen darüber treffen, wie viele Studierende eines bestimmten Anfängerjahrgangs ihr Studium erfolgreich abschließen. Aus diesem Grund widmen wir uns im Folgenden dieser neuen Problemstellung und werden auf zwei verschiedene Arten Erfolgsquoten⁶ berechnen.

3.3.1. Erfolgsquoten – Ein erster pragmatischer Ansatz

Wir wählen zunächst einen intuitiven Zugang und fassen die Erfolgsquote als Gegenstück zur Studienfachwechselquote auf. Somit ist die Erfolgsquote abhängig von

- dem Studienfach f ,
- der Prüfungsgruppe p und
- dem Geschlecht g .

Die Erfolgsquote gibt demnach an, wie hoch der Anteil eines Studienanfängerjahrgangs eines bestimmten Studienfachs und einer bestimmten Prüfungsgruppe ist, der

⁶Beck (2007) befasst sich in seiner Arbeit mit der Berechnung von Erfolgsquoten an deutschen Hochschulen auf Basis des Datenmaterials des Statistischen Bundesamtes.

auch ebendieses Studium in diesem Studienfach und dieser Prüfungsgruppe erfolgreich beendet. Die Erfolgsquote muss naturgemäß Studienanfänger und Absolventen miteinander in Beziehung setzen. Dazu wählen wir zunächst einen sehr simplen Ansatz: Wir summieren die Anfänger mehrerer aufeinanderfolgender Studienjahre eines vorher festgelegten Studiengangs auf und setzen diesen Wert in Relation zu der Anzahl der zeitlich verschobenen, erfolgreich absolvierten Prüfungen. Im Folgenden werden wir dieses Vorgehen näher erläutern.

Da uns für diesen Berechnungsansatz nur für die Prüfungsgruppe Diplom genügend Datenmaterial zur Verfügung steht, beschränken wir unsere Analyse an dieser Stelle auf diese Prüfungsgruppe. Mit den uns zur Verfügung stehenden Daten gehen wir überschlägig um. Für die Prüfungsgruppe Diplom im Studienbereich Mathematik betrug die durchschnittlich Studiendauer der Prüfungsjahre von 2000 bis 2008 ungefähr 12,2 Fachsemester⁷. Daher unterstellen wir für den Studienbereich Mathematik und ebenso für seine vier Studienfächer in dieser Prüfungsgruppe eine Studiendauer von durchschnittlich sechs Jahren und bilden den Quotienten aus den aufsummierten Studienanfängern der Jahre von 1994 bis 2002 und den um sechs Jahre zeitverschobenen Absolventen der Jahre von 2000 bis 2008. Das Ergebnis verstehen wir als eine erste Annäherung an den exakten Wert der Erfolgsquoten.

Mit diesem Vorgehen sind aber auch methodische Unschärfen verbunden. Naturgemäß haben einige der Studienanfänger von 1994 bis 2002 bereits vor dem Jahr 2000 ein Diplom erworben, werden aber in unserer Erfolgsquote nicht berücksichtigt. Andererseits müssen wir mit dem gleichen Argument davon ausgehen, dass bei den Absolventen von 2000 bis 2008 auch solche erfasst werden, die nicht zu den Anfängern von 1994 bis 2002 gehören. Wir gehen allerdings davon aus, dass sich diese beiden Effekte in einer ersten Näherung kompensieren.

In den nachfolgenden Abschnitten werden wir Erfolgsquoten einerseits für die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik berechnen und andererseits die Erfolgsquoten des Studienbereichs Mathematik mit denen anderer Studienbereiche vergleichen.

3.3.1.1. Erfolgsquoten in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik

Bei unseren Berechnungen der Studienfachwechselquoten für die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik in den Abschnitten 3.2.2 und 3.2.3 konnten wir beobachten, dass die Studienfachwechselquoten von Frauen über denen der Männer

⁷Die Werte (in Fachsemestern) für die jeweiligen Prüfungsjahre sind: 2000: 13,0; 2001: 13,0; 2002: 12,8; 2003: 12,6; 2004: 12,2; 2005: 11,8; 2006: 11,8; 2007: 11,6; 2008: 11,3.

liegen. Wir gehen im Folgenden der Frage nach, ob sich solche Unterschiede auch bei den Erfolgsquoten beobachten lassen.

Zunächst überlegen wir aber, in welcher Größenordnung die Erfolgsquoten liegen müssten. Dazu bedienen wir uns der Studienfachwechselquoten, als deren Komplement wir die Erfolgsquoten definiert haben. Unterstellen wir, dass diejenigen Studierenden, die das neunte Fachsemester erreichen, auch ihr Studium erfolgreich abschließen, dann müssten die Erfolgsquoten der weiblichen Diplomstudierenden im Studienfach Mathematik bei etwa 26,1% und die der männlichen Studierenden bei circa 36,1% liegen (vgl. Abschnitt 3.2.2.2). Für das Studienfach Wirtschaftsmathematik müssten sich die Erfolgsquoten bei den weiblichen Studierenden auf 38,3% und bei den männlichen Studierenden auf 42,0% (vgl. Abschnitt 3.2.3.2) belaufen.

Mit der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Berechnungsmethode berechnen wir Erfolgsquoten für die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik. Dazu summieren wir die Studienanfänger der Jahre von 1994 bis 2002 auf und setzen diese in Relation zu den Absolventen der Jahre von 2000 bis 2008. In Tabelle 3.17 sind die Erfolgsquoten der beiden Studienfächer in der Prüfungsgruppe Diplom dargestellt.

Studienfach	Studienanfänger (1994-2002)	Absolventen (2000-2008)	Erfolgsquote
Mathematik	45.714	8.978	19,6%
Wirtschaftsmathematik	9.295	3.293	35,4%

Tabelle 3.17.: *Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienfach*

Die aufsummierten Anfängerzahlen der Studienjahre von 1994 bis 2002 sind im Studienfach Mathematik fünfmal so groß wie im Studienfach Wirtschaftsmathematik. Demgegenüber ist die Anzahl der aufaddierten erfolgreich abgeschlossenen Diplomprüfungen in der Mathematik lediglich dreimal so groß wie die in der Wirtschaftsmathematik. Das Studienfach Mathematik weist in der Prüfungsgruppe Diplom eine Erfolgsquote von 19,6% auf und das Studienfach Wirtschaftsmathematik eine Erfolgsquote von 35,4%. Wir erkennen, dass die Erfolgsquote im Studienfach Wirtschaftsmathematik annähernd doppelt so groß ist wie die im Studienfach Mathematik.

Abgesehen von den Unterschieden zwischen den Erfolgsquoten der einzelnen Studienfächer sind auch Unterschiede zwischen den Erfolgsquoten der Geschlechter von Bedeutung. Aus diesem Grund haben wir für die beiden soeben untersuchten Studienfächer zusätzlich Erfolgsquoten differenziert nach dem Geschlecht berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle 3.18 zu entnehmen.

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass das Verhältnis der Studienanfängerinnen zu den Studienanfängern im Studienfach Mathematik bei annähernd 1:2 liegt, während es sich

im Studienfach Wirtschaftsmathematik auf etwa 2:3 beläuft. Betrachten wir die Erfolgsquoten, die sich aus dem Vergleich der aufsummierten Anfänger von 1994 bis 2002 und den aufaddierten Diplomprüfungen von 2000 bis 2008 ergeben, so ergibt sich für die Männer in der Prüfungsgruppe Diplom im Studienfach Mathematik eine Erfolgsquote von 21,7% und für die Frauen eine Erfolgsquote von 16,2%; dies bedeutet einen Unterschied von 5,5 Prozentpunkten. Im Studienfach Wirtschaftsmathematik sind Männer und Frauen dagegen annähernd gleich erfolgreich. Hier liegt die Erfolgsquote der Männer bei 35,9% und die der Frauen bei 34,8%.

	Studienfach	Studienanfänger (1994-2002)	Absolventen (2000-2008)	Erfolgs- quote
<i>weiblich</i>	Mathematik	17.107	2.772	16,2%
	Wirtschaftsmathematik	3.818	1.329	34,8%
<i>männlich</i>	Mathematik	28.607	6.206	21,7%
	Wirtschaftsmathematik	5.477	1.964	35,9%

Tabelle 3.18.: *Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienfach und Geschlecht*

Unsere anfangs geäußerte Vermutung, dass alle Studierenden, die das neunte Fachsemester erreichen, ihr Studium auch erfolgreich beenden, ist demzufolge nicht haltbar, da die berechneten Erfolgsquoten niedriger sind als die zuvor prognostizierten Werte. Dies bedeutet zugleich, dass Studienabbrüche und -fachwechsel in der Mathematik und der Wirtschaftsmathematik auch im neunten Fachsemester oder später erfolgen.

Wir halten fest: Unabhängig vom jeweiligen mathematischen Studienfach sind Frauen in ihrem Diplomstudium weniger erfolgreich als Männer.

Wir haben Erfolgsquoten bisher ausschließlich für die Prüfungsgruppe Diplom berechnet und eingangs auch darauf hingewiesen, dass wir es bei dieser Prüfungsgruppe belassen werden. Natürlich lässt sich unser Verfahren auch auf die Prüfungsgruppe Bachelor anwenden. Allerdings ergeben sich für die Prüfungsgruppe Bachelor zwei Probleme, die eine Erfolgsquotenberechnung mit unserer Methode erheblich erschweren.

Erstens begann die durch den Bologna-Prozess initialisierte Umstellung von den Diplom- auf die Bachelorstudiengänge im Wintersemester 1999/2000 und ist bis jetzt noch nicht abgeschlossen. So gab es im Wintersemester 2009/2010 noch fünf Universitäten in der Bundesrepublik Deutschland, in denen es nach wie vor möglich war, ein Diplomstudium der Mathematik aufzunehmen. Als Folge dessen sind jährlich steigende Anfänger- und Absolventenzahlen in der Prüfungsgruppe Bachelor zu verzeichnen. Zu Beginn der Umstellung im Wintersemester 1999/2000 waren es 37 Studienanfänger, während es im Wintersemester 2008/2009 mehr als 5.000 waren. Gleiches lässt

sich für die abgeschlossenen Bachelorprüfungen beobachten. Diese Zahlen sind aber nur mit Vorsicht zu genießen. In den Absolventenzahlen sind in den ersten Jahren viele Umschreiber enthalten, die ursprünglich aus dem Diplomstudiengang kamen und folglich nie Studienanfänger in der Prüfungsgruppe Bachelor waren. Insofern ist es kritisch, diese Werte mit den Studienanfängerzahlen zu vergleichen. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass in den Bachelorzahlen zunächst auch Lehramtsstudierende enthalten waren (vgl. dazu unsere Ausführungen in Abschnitt 3.2.2.1) und dass dies nachhaltigen Einfluss auf die Erfolgsquoten haben kann.

Das zweite Problem betrifft die Fachstudiendauer, die im Prüfungsjahr 2006 in der Prüfungsgruppe Bachelor 6,8 Fachsemester betrug. Dies erschwert unsere Berechnungen zusätzlich, da wir bei der Ermittlung von Erfolgsquoten mit vollen Jahren kalkulieren. Eine kleine Rechnung wird dieses Problem verdeutlichen: Unterstellen wir eine Studiendauer von drei Jahren und vergleichen die 7.969 Anfänger aus den Jahren von 2000 bis 2005 mit den 1.890 Absolventen aus 2003 bis 2008, erhalten wir eine Erfolgsquote von 23,7%. Gehen wir dagegen von einer Fachstudiendauer von vier Jahren aus und betrachten die 4.614 Anfänger von 2000 bis 2004 sowie die 1.876 Absolventen von 2004 bis 2008, dann beträgt die Erfolgsquote 40,7%. Aufgrund der enormen Abweichung der beiden eben ermittelten Quoten erscheint es uns zum jetzigen Zeitpunkt wenig sinnvoll, Erfolgsquoten für diese Prüfungsgruppe mit Hilfe unserer Berechnungsmethodik zu ermitteln.

3.3.1.2. Erfolgsquoten der Studienbereiche im Vergleich

In Abschnitt 3.2.4 haben wir Studienbereichwechselquoten für die Studienbereiche Mathematik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften in der Prüfungsgruppe Diplom berechnet und haben festgestellt, dass nach zwei Fachsemestern im Studienbereich Mathematik signifikant mehr Studierende den Studienbereich gewechselt oder sich exmatrikuliert haben als in den beiden anderen Studienbereichen. Daher liegt die Vermutung nahe, dass sich diese Tendenz auch in den Erfolgsquoten widerspiegeln wird.

Um dies zu überprüfen, haben wir die Erfolgsquoten für die Studienbereiche Mathematik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften in der Prüfungsgruppe Diplom mit dem in Abschnitt 3.3.1 geschilderten Ansatz berechnet. Dabei ersetzen wir lediglich das zuvor verwendete Studienfach durch den größeren Studienbereich. Die daraus resultierenden Erfolgsquoten sind in Tabelle 3.19 dargestellt.

Während die Wirtschaftswissenschaften eine Erfolgsquote von 38,1% aufweisen können und die Informatik immerhin 31,2% erreicht, bildet der Studienbereich Mathematik mit einer Erfolgsquote von 22,4% das Schlusslicht. Es werden somit große Unterschiede zwischen den Erfolgsquoten der drei Studienbereiche sichtbar und wir müssen

weiter festhalten, dass acht von zehn Studienanfängern im Studienbereich Mathematik mit dem Studienziel Diplom auf der Strecke bleiben.

Studienbereich	Studienanfänger (1994-2002)	Absolventen (2000-2008)	Erfolgsquote
Mathematik	59.453	13.294	22,4%
Informatik	110.195	34.354	31,2%
Wirtschaftswissenschaften	346.528	132.055	38,1%

Tabelle 3.19.: *Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich (sechsjähriges Studium)*

Die obigen Ergebnisse basieren auf einer unterstellten durchschnittlichen Fachstudiendauer von sechs Jahren. Diese Konvention vereinbarten wir ursprünglich für den Studienbereich Mathematik. Da wir nun aber auch andere Studienbereiche in die Erfolgsquotenberechnung mit einbeziehen, müssen wir die dortigen Fachstudiendauern ebenfalls berücksichtigen. Die Studiendauern im Studienbereich Informatik in der Prüfungsgruppe Diplom unterscheiden sich kaum von denen der Mathematik; so betrug beispielsweise im Prüfungsjahr 2006 die Fachstudiendauer im Studienbereich Informatik in der Prüfungsgruppe Diplom 12,4 Fachsemester. Geringfügig kürzer sind dagegen die Studiendauern im Studienbereich Wirtschaftswissenschaften. So benötigten Diplomabsolventen des Prüfungsjahres 2006 in diesem Studienbereich durchschnittlich 10,9 Fachsemester. Unter Berücksichtigung dessen könnte bei der Berechnung der Erfolgsquoten auch von einer fünfjährigen Studiendauer ausgegangen werden. Aus diesem Grund haben wir zusätzlich die Erfolgsquoten der drei Studienbereiche mit dieser verkürzten Studiendauer berechnet. Die Ergebnisse hierfür sind Tabelle 3.20 zu entnehmen.

Studienbereich	Studienanfänger (1994-2003)	Absolventen (1999-2008)	Erfolgsquote
Mathematik	68.769	14.990	21,8%
Informatik	123.719	37.319	30,2%
Wirtschaftswissenschaften	389.601	146.501	37,6%

Tabelle 3.20.: *Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich (fünfjähriges Studium)*

Vergleichen wir die Erfolgsquoten, die sich jeweils für eine sechs- bzw. fünfjährige Fachstudiendauer ergeben, so stellen wir fest, dass sich die Größenordnung der Quotienten nur unwesentlich ändert. Für den Studienbereich Mathematik beträgt die Abweichung 0,4 Prozentpunkte, für den Studienbereich Informatik 1,0 Prozentpunkte und für den Studienbereich Wirtschaftswissenschaften liegt die Differenz bei 0,5 Prozentpunkten.

Bisher haben wir Erfolgsquoten für Studienbereiche in einer bestimmten Prüfungsgruppe ausgewiesen und dabei männliche und weibliche Studierende zusammen betrachtet. Deshalb werden wir als Nächstes Erfolgsquoten für die drei in unserem Fokus stehenden Studienbereiche berechnen und dieses Mal jedoch zusätzlich eine Differenzierung nach dem Geschlecht vornehmen. Da lediglich marginale Unterschiede zwischen den Erfolgsquoten für eine fünf- bzw. sechsjährige Fachstudiendauer auszumachen waren, gehen wir an dieser Stelle von einer Studiendauer von zwölf Fachsemestern aus. Die sich hierfür ergebenden Erfolgsquoten sind in Tabelle 3.21 dargestellt.

	Studienbereich	Studienanfänger (1994-2002)	Absolventen (2000-2008)	Erfolgs- quote
<i>weiblich</i>	Mathematik	22.902	4.479	19,6%
	Informatik	19.385	4.443	22,9%
	Wirtschaftswissenschaften	139.543	53.598	38,4%
<i>männlich</i>	Mathematik	36.551	8.815	24,1%
	Informatik	90.810	29.911	32,9%
	Wirtschaftswissenschaften	206.985	78.457	37,9%

Tabelle 3.21.: *Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich und Geschlecht*

Bei den Studienbereichen Mathematik und Informatik, die nach dem Klassifikationschema des Statistischen Bundesamtes beide der Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften zugeordnet werden, zeichnet sich eine Gemeinsamkeit ab. Die Erfolgsquoten der Frauen liegen jeweils deutlich unter denen der Männer. Im Studienbereich Mathematik beläuft sich diese Differenz auf 4,5 Prozentpunkte und im Studienbereich Informatik sogar auf 10,0 Prozentpunkte. Im Studienbereich Wirtschaftswissenschaften bietet sich uns ein völlig anderer Sachverhalt dar. Frauen sind um 0,5 Prozentpunkte erfolgreicher als Männer.

An dieser Stelle haben wir die Erfolgsquoten des Studienbereichs Mathematik lediglich mit den Erfolgsquoten zweier weiterer Studienbereiche verglichen. Allerdings ist uns kein anderer Studienbereich bekannt, der in der Prüfungsgruppe Diplom so niedrige Erfolgsquoten vorweisen kann wie der Studienbereich Mathematik. Wir können abschließend festhalten: Unabhängig vom Geschlecht weist der Studienbereich Mathematik die geringsten Erfolgsquoten auf. Jeder vierte männliche Studienanfänger im Studienbereich Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom schließt demnach sein Studium erfolgreich ab, während dies nur für zwei von zehn Studienanfängerinnen der Fall ist.

3.3.2. Erfolgsquoten – Ein präziserer zweiter Ansatz

Da es mit dem Datenmaterial des Deutschen Statistischen Bundesamtes nicht möglich ist, für einen Anfängerjahrgang die exakte Anzahl der daraus stammenden Absolventen zu bestimmen, hatten wir in Abschnitt 3.3.1 einen ersten Versuch unternommen, den Studienerfolg zu quantifizieren. Dafür haben wir Studienanfängerkohorten mit um sechs Jahren zeitverschobenen Absolventenkohorten in Relation gesetzt. Dieses Ergebnis wollten wir als eine erste Näherung an eine Erfolgsquote verstehen.

Allerdings wollen wir es nicht bei einer solch groben Erfolgsquotenermittlung belassen und haben daher nach einer präziseren Berechnungsmethode gesucht. Die Berechnungen der HIS GmbH (vgl. Abschnitt 5.2) basieren nicht auf Anfänger-, sondern auf Absolventenjahrgängen. Da uns Absolventenzahlen mit der jeweils benötigten Fachstudiendauer für jedes Prüfungsjahr vorliegen, haben wir uns dazu entschlossen, eine zweite Erfolgsquotenberechnung auf Basis der Absolventenstatistik durchzuführen und bei der Berechnung ein Verfahren ähnlich dem der HIS GmbH zu verwenden.

3.3.2.1. Berechnungsmethodik

Die Absolventen eines Prüfungsjahres stammen erwartungsgemäß nicht aus einem einzigen Anfängerjahrgang. Daher weist die Absolventenstatistik des Statistischen Bundesamtes die absolvierten Prüfungen differenziert nach Studienfach, Prüfungsgruppe, Geschlecht und benötigter Fachsemesteranzahl aus. Die Angabe der Fachsemester erfolgt semesterweise vom 1. bis ins 25. Fachsemester. Die im 26. Fachsemester oder später abgelegten Abschlussprüfungen werden dagegen zu einem Wert zusammengefasst. Da diese Absolventen nicht mehr eindeutig einem Fachsemester zugeordnet werden können, in dem sie ihren Abschluss erworben haben, schließen wir diese Personen von der weiteren Berechnung aus.

Für die verbleibenden Absolventen mit einem erfolgreichen Abschluss innerhalb der ersten 25 Fachsemester wird ein künstlicher Anfängerjahrgang generiert, über den anschließend die Erfolgsquote berechnet wird. Dies geschieht folgendermaßen:

1. Zunächst wird für jedes Fachsemester i ($i = 1, \dots, 25$) der Prüfungsstatistik ermittelt, wie hoch der Anteil q_i der bestandenen Prüfungen p_i in diesem i -ten Fachsemester bezogen auf die Gesamtzahl aller Prüfungen $p_g = \sum_{i=1}^{25} p_i$ des betrachteten Prüfungsjahres ist; dh. wir berechnen

$$q_i = \frac{p_i}{p_g} \quad \text{für alle } i = 1, \dots, 25. \quad (3.2)$$

2. Ein Prüfungsjahr setzt sich zusammen aus einem Wintersemester und dem danach folgenden Sommersemester; beispielsweise besteht das Prüfungsjahr 2008

aus dem Wintersemester 2007/2008 und dem Sommersemester 2008. Aus der Absolventenstatistik ist allerdings nicht ersichtlich, ob ein Absolvent sein Studium in einem Winter- oder einem Sommersemester aufgenommen hat. Aus diesem Grund müssen wir beide Möglichkeiten bei der Berechnung berücksichtigen. Für jedes Fachsemester i der Prüfungsstatistik, in dem Prüfungen abgeschlossen wurden, kommen als zugehörige Anfangssemester das Wintersemester WS_i und das darauf folgende Sommersemester SS_i in Frage. Wir addieren die Anfängerzahlen a_{WS_i} und a_{SS_i} dieser beiden Semester auf und gewichten diesen Wert mit dem in Schritt 1 berechneten Anteil q_i der im i -ten Fachsemester der Absolventenstatistik abgelegten Prüfungen an der Gesamtzahl der Prüfungen des jeweiligen Prüfungsjahres. Wir berechnen somit

$$s_i = q_i \cdot (a_{WS_i} + a_{SS_i}) = \frac{p_i}{p_g} \cdot (a_{WS_i} + a_{SS_i}) \quad \text{für alle } i = 1, \dots, 25. \quad (3.3)$$

3. Der künstliche Anfängerjahrgang, der zum Absolventenjahrgang des betrachteten Prüfungsjahres gehört, entsteht durch Summation der gewichteten Werte s_i ($i = 1, \dots, 25$) aus Schritt 2. Weil dieser neu gebildete Wert keine natürliche Zahl ist, wird schließlich noch zur nächsthöheren natürlichen Zahl aufgerundet. Die Anzahl $A \in \mathbb{N}$, der in diesem künstlichen Anfängerjahrgang befindlichen Studierenden, berechnet sich folglich als:

$$A = \left\lceil \sum_{i=1}^{25} s_i \right\rceil = \left\lceil \sum_{i=1}^{25} \frac{p_i}{p_g} \cdot (a_{WS_i} + a_{SS_i}) \right\rceil \quad (3.4)$$

4. Die Erfolgsquote EQ_n für das Prüfungsjahr n ergibt sich schließlich als Quotient aus den Absolventen und dem künstlichen Anfängerjahrgang; d.h. es gilt:

$$EQ_n = \frac{p_g}{A} = \frac{\sum_{i=1}^{25} p_i}{\left\lceil \sum_{i=1}^{25} \frac{p_i}{p_g} \cdot (a_{WS_i} + a_{SS_i}) \right\rceil} \quad (3.5)$$

Die Abbruchquote AQ_n desselben Prüfungsjahres n ergibt sich als Komplement zur Erfolgsquote; d.h.

$$AQ_n = 1 - EQ_n. \quad (3.6)$$

Im folgenden Abschnitt werden wir mit dieser neuen, verfeinerten Berechnungsmethode erneut Erfolgsquoten für die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik

in der Prüfungsgruppe Diplom berechnen.

3.3.2.2. Erfolgsquoten in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik

Mit dem zuvor beschriebenen Verfahren haben wir Erfolgsquoten für die Studienfächer Mathematik und Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom berechnet. Da die Daten, die wir vom Statistischen Bundesamt erhalten haben, nur bis in das Wintersemester 1992/1993 zurückreichen, wir aber mit unserem Berechnungsverfahren einen 25 Semester überspannenden Zeitraum abdecken müssen, war es uns nur möglich, Erfolgsquoten für die Prüfungsjahre von 2005 bis 2008 zu ermitteln.

In Tabelle 3.22 stellen wir die Erfolgsquoten für den Diplomstudiengang Mathematik dar. Dabei weisen wir diese Quoten einerseits getrennt nach dem Geschlecht aus und geben andererseits diese Quoten ohne Genderdifferenzierung an⁸. Zusätzlich haben wir in der letzten Spalte den Durchschnittswert, der sich als arithmetisches Mittel der Erfolgsquoten von 2005 bis 2008 ergibt, berechnet.

	EQ_{2005}	EQ_{2006}	EQ_{2007}	EQ_{2008}	\emptyset
männlich	19,7%	19,8%	21,7%	24,1%	21,3%
weiblich	16,7%	14,8%	18,3%	19,9%	17,4%
gesamt	18,6%	17,9%	20,4%	22,3%	19,8%

Tabelle 3.22.: *Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik auf Basis der Prüfungsjahre 2005 bis 2008*

Im Durchschnitt schließen demnach 17,4% der weiblichen und 21,3% der männlichen Diplomstudierenden in der Mathematik ihr Studium erfolgreich mit dem Diplom ab. Dies ist immerhin eine Differenz von 5,5 Prozentpunkten.

Wir vergleichen anschließend die Werte, die sich hier mit dem modifizierten, exakteren Verfahren ergeben haben, mit denen, die aus unserer eingangs durchgeführten Überschlagsrechnung (vgl. Abschnitt 3.3.1) resultierten. Gemäß unserem groben Vorgehen konnten wir eine mittlere Erfolgsquote von 19,6% im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom konstatieren (vgl. Tabelle 3.17). Der durch unser neues Verfahren ermittelte durchschnittliche Wert von 19,8% unterscheidet sich von diesem Wert lediglich um 0,2 Prozentpunkte. Auch bei den Erfolgsquoten, die wir getrennt nach den Geschlechtern ausgewiesen haben, sind nur kleine Differenzen auszumachen. Nach Tabelle 3.18 beträgt die überschlägige Erfolgsquote von weiblichen Diplomstudierenden in der Mathematik 16,2%. Bezogen auf die in diesem Abschnitt ermittelten

⁸In Anhang B sind die Berechnungen der einzelnen Erfolgsquoten tabellarisch erfasst.

17,4% ergibt sich eine Differenz von 1,2 Prozentpunkten. Bei den männlichen Diplomstudierenden vergleichen wir die mit der neuen Methode ermittelte durchschnittliche Erfolgsquote von 21,3% mit den zuvor gemittelten 21,7%. Hier beträgt der Unterschied 0,4 Prozentpunkte.

Über die Erfolgsquoten können wir aufgrund der Gleichung (3.6) auf die Abbruchquoten schließen und können folglich die Quote derer bestimmen, die ihr anfangs begonnenes Diplomstudium vorzeitig, ohne Diplom abgebrochen haben. Im Studienfach Mathematik mit der Prüfungsgruppe Diplom brechen demnach im Schnitt 82,6% der weiblichen und 78,7% der männlichen Studierenden ebendieses Studium ab.

Als Nächstes werden wir der Frage nachgehen, ob sich für den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik ähnliche Beobachtungen tätigen lassen; d.h. ob die mit unserem neuen Verfahren ermittelten Erfolgsquoten ebenfalls in der gleichen Größenordnung liegen wie die in Abschnitt 3.3.1 zuvor überschlägig bestimmten Erfolgsquoten.

In Tabelle 3.23 stellen wir deshalb die Erfolgsquoten für das Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom dar. Erneut weisen wir diese Quoten sowohl mit als auch ohne Genderdifferenzierung aus⁹. In der letzten Spalte befinden sich wieder die durchschnittlichen Erfolgsquoten, die sich als arithmetisches Mittel der Erfolgsquoten von 2005 bis 2008 ergeben.

	EQ_{2005}	EQ_{2006}	EQ_{2007}	EQ_{2008}	\emptyset
männlich	36,0%	36,0%	35,6%	33,4%	35,3%
weiblich	36,2%	31,8%	38,5%	35,3%	35,5%
gesamt	36,1%	34,2%	36,9%	34,2%	35,4%

Tabelle 3.23.: *Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik auf Basis der Prüfungsjahre 2005 bis 2008*

Im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik fallen die Erfolgsquoten wesentlich höher aus als im Diplomstudiengang Mathematik. Durchschnittlich 35,5% der weiblichen und 35,3% der männlichen Diplomstudierenden in der Wirtschaftsmathematik beenden ihr Studium erfolgreich mit dem Diplom. Eine Differenz zwischen den Geschlechtern ist kaum auszumachen. Darüber hinaus können wir festhalten, dass die Quoten in der Wirtschaftsmathematik im Mittel etwa 15 Prozentpunkte über denen der Mathematik liegen.

Wir vergleichen jetzt die aus der Überschlagsrechnung in Abschnitt 3.3.1 resultierenden Erfolgsquoten mit denen des exakteren Verfahrens aus diesem Abschnitt. Unser überschlägiges Vorgehen lieferte uns eine mittlere Erfolgsquote von 35,4% (vgl. Tabelle 3.17). Dieser Wert stimmt nahezu mit der Erfolgsquote überein, die wir mit Hil-

⁹Im Anhang B sind die Berechnungen der einzelnen Erfolgsquoten tabellarisch erfasst.

fe des modifizierten Berechnungsansatzes ermittelt haben. Wir wenden uns nun den Erfolgsquoten der einzelnen Geschlechter zu. Die Überschlagsrechnung lieferte bei den weiblichen Diplomstudierenden der Wirtschaftsmathematik eine Erfolgsquote von 34,8% (vgl. Tabelle 3.18). Der Unterschied zu der durchschnittlichen Erfolgsquote von 35,5%, die sich mit dem verbesserten Verfahren ergeben hat, beträgt 0,7 Prozentpunkte. Bei den männlichen Studierenden vergleichen wir die mit der neuen Methode ermittelte Erfolgsquote von 35,3% mit den zuvor berechneten 35,9%. Hier beträgt der Unterschied 0,6 Prozentpunkte.

Über die Erfolgsquoten schließen wir erneut auf die Abbruchquoten. Im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom brechen im Schnitt 64,5% der weiblichen und 64,7% der männlichen Studierenden ihr ursprünglich begonnenes Studium ab.

3.4. Zwischenresümee

In diesem Kapitel haben wir uns mit der statistischen Ermittlung von Erfolgs- und Studienfachwechselquoten in mathematischen Studiengängen befasst und dabei frei zugängliche Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet. Mit den gewonnenen Einsichten sind wir in der Lage, die in Kapitel 2.2 gestellten Forschungsfragen zu beantworten.

Unser erster Ansatz bestand in einer prospektiven Auseinandersetzung (Abschnitt 3.2) mit dem Studienabbruch- und Studienfachwechselverhalten in den Studienfächern Mathematik und Wirtschaftsmathematik. Da sich bisher keine Studie dieser Thematik auf eine solche Weise genähert hat und um Forschungsfrage 1 beantworten zu können, definierten wir die sogenannte *Studienfachwechselquote*, die Auskunft darüber gibt, welcher Anteil der Anfänger in einem Studienfach und einer vorher spezifizierten Prüfungsgruppe nach einer bestimmten Fachsemesteranzahl das ursprünglich begonnene Fachstudium nicht weiter fortgesetzt hat.

Wir konnten feststellen, dass vor allem in der Studieneingangsphase die meisten Studierenden aufgeben. Im Diplomstudiengang Mathematik beträgt die Studienfachwechselquote nach zwei Fachsemestern bei männlichen Studierenden im Schnitt 33,9% und bei weiblichen 45,3%. Geringfügig besser ist diese Quote im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik. Hier brechen nach dem ersten Studienjahr 30,6% der männlichen und 36,1% der weiblichen Studierenden ihr Studium ab. Im weiteren Studienverlauf steigen die Quoten kontinuierlich, aber auf einem niedrigeren Niveau weiter an; diese Erkenntnisse beantworten Forschungsfrage 2.

Weiter konnten wir nachweisen, dass durch die Umstellung von den Diplom- auf die

Bachelorstudiengänge in den mathematischen Studienfächern keine signifikanten Unterschiede in den Studienfachwechselquoten auszumachen sind; dies liefert die Antwort auf Forschungsfrage 5. Überdies haben wir die Wechselquoten des Studienbereichs Mathematik mit denen anderer Studienbereiche verglichen und mussten feststellen, dass die Studienbereichwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Studienbereich Mathematik sich signifikant von denen anderer Studienbereiche unterscheiden und höher ausfallen.

Mit dem eingangs gewählten prospektiven Berechnungsansatz ist es uns nicht möglich, Studienfachwechselquoten für einen mehr als acht Fachsemester umfassenden Zeitraum zu bestimmen und Forschungsfrage 3 zu beantworten. Aufgrund dessen haben wir eine Methode entwickelt, mit der wir Erfolgs- bzw. Abbruchquoten auf Basis von Absolventenjahrgängen bestimmen können. Mit diesem retrospektiven Ansatz konnten wir ermitteln, dass im Mittel 21,3% der männlichen und 17,4% der weiblichen Studierenden im Diplomstudiengang Mathematik auch ihr Studium erfolgreich abschließen. Im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik fallen diese Quoten besser aus. Durchschnittlich 35,3% der männlichen und 35,5% der weiblichen Studienanfänger erwerben dort das Diplom.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich die folgenden Einsichten festhalten:

- Die Studienfachwechselquoten sind im Zeitverlauf nur geringen, nicht signifikanten Schwankungen unterworfen. Man erinnert sich vielleicht an den Satz: „Die Studienanfänger heute sind ‘schwächer’ als die Studienanfänger früher.“ Geht man nach unseren Berechnungen und setzt voraus, dass die Professoren ihre Ansprüche an die Abiturienten nicht gesenkt haben und der Schwierigkeitsgrad der Anfängerveranstaltungen nahezu unverändert geblieben ist, dann ist diese These nicht länger haltbar.
- Die Studieneingangsphase ist von besonderer Bedeutung. In keinem anderen Studienbereich wie in der Mathematik wechseln so viele Studierende während der ersten beiden Fachsemester den Studiengang oder exmatrikulieren sich.
- In den Studienfächern der Mathematik und hier vor allem im Studienfach Mathematik ist eine Genderproblematik nicht zu übersehen; damit ist Forschungsfrage 4 positiv zu beantworten. Obwohl im Volksmund dem weiblichen Geschlecht ein größeres Durchhaltevermögen nachgesagt wird, geben Frauen ein eben erst begonnenes Mathematikstudium schneller auf als ihre männlichen Kommilitonen. Dieses Phänomen ist besonders in der Studieneingangsphase zu beobachten, setzt sich aber über das gesamte Studium fort.

Um den Studienabbruch und Fachwechsel in den mathematischen Studiengängen einzudämmen, muss der Fokus auf die Studieneingangsphase gelegt werden. Zunächst

werden wir die Situation an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen näher beleuchten und anschließend durch eine Anfängerbefragung an ebendieser Universität Studierendengruppen mit einem besonders hohen Studienabbruchrisiko ermitteln und darüber hinaus Abhilfevorschläge zur Senkung der Studienfachwechselquoten unterbreiten.

4. Fallstudie: Die Zahlen einer Universität

In Kapitel 3 haben wir uns mit Hilfe von Daten des Deutschen Statistischen Bundesamtes einen Überblick über das Studienabbruch- und Studienfachwechselverhalten auf nationaler Ebene verschafft. Dabei konnten wir beobachten, dass im Diplomstudiengang Mathematik im Schnitt nur jeder fünfte Studienanfänger dieses Studium erfolgreich abschließt; im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik sind es immerhin etwa 35% aller Studienanfänger, die dort das Diplom erwerben. Überdies konnten wir nachweisen, dass vor allem in der Studieneingangsphase ein Großteil der Studienabbrüche und Studienfachwechsel vorgenommen wird. Außerdem stellte sich heraus, dass Frauen insgesamt häufiger, aber auch schneller diesen Schritt unternehmen.

Um diesem Phänomen entgegenwirken zu können, müssen wir von der nationalen Ebene auf die Ebene der Hochschulen wechseln. Die Situation einer jeden einzelnen mathematischen Fakultät muss detailliert im Hinblick auf Studienabbruch-, Studienfachwechsel- und Erfolgsquoten analysiert werden. Erst mit diesem Wissen können Verbesserungen angedacht und letztlich auch umgesetzt werden. Genau dies haben wir als Fallstudie für die Fakultät für Mathematik an der Universität Duisburg-Essen¹ durchgeführt.

4.1. Vorbemerkungen

Dem nicht mit der Situation an der Universität Duisburg-Essen vertrauten Leser müssen wir vorab einige wichtige Hintergrundinformationen liefern. Die Hochschule befindet sich innerhalb des betrachteten Erhebungszeitraums, der sich von Wintersemester 1996/ 1997 bis in die Gegenwart erstreckt, in einem nicht einfachen Entwicklungsprozess, in dem sich mehrere Einflüsse überlagern:

- Die Gerhard-Mercator-Universität Duisburg und die Universität-Gesamthochschule Essen waren bis zum Jahr 2003 eigenständige und unabhängige Hochschulen, die räumlich 15 Kilometer voneinander entfernt liegen. Diese beiden Universitäten wurden durch ministeriellen Beschluss am 1. Januar 2003 zur Universität Duisburg-Essen (DUE) fusioniert.

¹Wir danken unserer Hochschule, dass sie uns die Möglichkeit eröffnet hat, anonymisiert auf die eigenen Studierendendaten zuzugreifen.

- Die Fakultät für Mathematik ist die einzige standortübergreifende Struktur der Universität Duisburg-Essen, die an beiden Campi etabliert ist. Insofern werden an beiden Standorten unabhängige Bachelor- und Masterstudiengänge angeboten. Allerdings bekennen sich die Campi zu einem jeweils eigenständigen Profil: Essen sieht seinen Schwerpunkt in der Vermittlung der Reinen Mathematik, Duisburg fokussiert dagegen mehr die Angewandte Mathematik. Diese Standardtypisierungen sollten dennoch nicht immer ganz unkritisch übernommen werden.

Die durch den Bologna-Prozess initiierte Umstellung der Diplomstudiengänge auf die Bachelor- und Masterstudiengänge wurde an der Fakultät für Mathematik in Duisburg-Essen – im Vergleich zu anderen deutschen Hochschulen – verhältnismäßig spät umgesetzt. Der Übergang auf die gestuften Studiengänge erfolgte hier zum Wintersemester 2007/2008. Dieser Umbruch hat innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes, der mit dem Wintersemester 1996/1997 beginnt, eingesetzt und ist noch nicht vollends abgeschlossen. Daher ist es für uns schwierig, Aussagen darüber zu treffen, ob und inwieweit durch die Bachelorstudiengänge Änderungen und/oder Verbesserungen gegenüber den alten Diplomstudiengängen an unserem Hochschulstandort bewirkt wurden.

4.2. Das vorliegende Datenmaterial

Um detailliertere Informationen über Studierende und ihr Studienverhalten an einer einzelnen Fakultät für Mathematik zu erhalten, bedarf es eines anderen Datenlieferanten als des Statistischen Bundesamtes. Aus diesem Grund haben wir Zugriff zu dem hochschulinternen Informationssystem SuperX erhalten, aus dem sämtliche von uns in diesem Kapitel verwendete Daten stammen. SuperX ist als Online-Informationssystem wesentlicher Teil des zentralen und dezentralen Controllings der Universität Duisburg-Essen. In diesem System sind Daten zu Studierenden, Prüfungen, Haushalt, Gebäuden/Flächen und Personalbestand/-struktur beider Campi der Hochschule enthalten.

SuperX verarbeitet als Data-Warehouse die Daten der operativen Systeme der Hochschule. Für Studierendenzahlen und Zahlen zu erfolgreich absolvierten Abschlussprüfungen stammen die Daten aus dem System SOS/POS, welches inhaltlich vom Sachgebiet Einschreibungs- und Prüfungswesen gepflegt wird. Prüfungen, die an der Universität abgeschlossen werden (z.B. Bachelor, Master, Diplom) werden unmittelbar im Sachgebiet Einschreibungs- und Prüfungswesen in das System eingepflegt. Die Daten werden jede Nacht geladen, transformiert und aggregiert, damit die SuperX-Abfragen in akzeptabler Zeit erfolgen. Der Datenstand ist damit stets tagesaktuell (heute minus einen Tag).

Im Gegensatz zu den Daten des Statistischen Bundesamtes, die wir in Kapitel 3 für die Berechnung von Studienfachwechsel- und Erfolgsquoten verwendet haben, erlauben die hochschulinternen Daten eine viel detailliertere Analyse. Es ist uns möglich, die dem System entnommenen Daten (i) nach den beiden Standorten, (ii) nach dem Geschlecht der Studierenden, (iii) nach dem Studienfach und (iv) nach den Prüfungsgruppen zu differenzieren. Dadurch sind wir in der Lage, Informationen über Studienanfängerzahlen, Absolventenzahlen, Abbruchzahlen und Fachwechselzahlen zu erlangen. Mit Hilfe dieser Zahlen können wir Erfolgsquoten sowie Abbruch- und Fachwechselquoten² berechnen. Bei den Fachwechseln können wir außerdem nachvollziehen, in welche Studiengänge diese Wechsel erfolgten.

Es liegt nahe, die Quoten der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen mit den deutschlandweiten Quoten, die wir in Kapitel 3 mit Hilfe von Daten des Statistischen Bundesamtes berechnet haben, zu vergleichen. Dies ist jedoch nicht möglich, da beiden Ansätzen nicht dieselbe Studienabbruchdefinition zugrunde liegt. Für die deutschlandweiten Quoten ist ein Studienabbruch in der Mathematik das endgültige Aufgeben eines mathematischen Studienfachs. Demgegenüber sind bei den Betrachtungen auf Fakultätsebene Abbrecher mitunter auch jene Studierende, welche die Universität Duisburg-Essen verlassen und ihr Mathematikstudium an einer anderen Universität fortsetzen und dort erfolgreich abschließen. Aus Sicht unserer Hochschule sind diese Personen Abbrecher, während sie für das Statistische Bundesamt Absolventen sind. Aus diesem Grund verzichten wir im Folgenden auf einen Vergleich mit den Ergebnissen aus Kapitel 3.

In den folgenden Abschnitten präsentieren wir getrennt Zahlen für die Diplom- und Bachelorstudiengänge und differenzieren zusätzlich nach den beiden Hochschulstandorten.

4.3. Fachausbildungen – Diplom

4.3.1. Ein erster Überblick

Die hier vorgelegten Studienanfängerzahlen in den Diplomstudiengängen der Mathematik erstrecken sich über den Zeitraum vom Wintersemester 1996/1997 bis zum Sommersemester 2007. In Essen war jeher nur ein Studienbeginn zum Wintersemester möglich, während in Duisburg ein solches Studium ab dem Jahr 1999 sowohl im Winter- als auch im Sommersemester aufgenommen werden konnte.

²Die Studienfachwechselquote, die wir in Kapitel 3 ausgewiesen haben, wird in diesem Kapitel in eine Abbruch- und eine Fachwechselquote aufgesplittet.

In Essen wurde einzig der Diplomstudiengang Mathematik angeboten. In Duisburg dagegen bestand das Angebot an Diplomstudiengängen der Fakultät für Mathematik aus den Fächern Mathematik, Wirtschaftsmathematik und Technomathematik. Innerhalb des Studierenden- und Prüfungsverwaltungssystems, auf das SuperX zurückgreift, wird der Diplomstudiengang Technomathematik allerdings als Vertiefungsgebiet des Diplomstudiengangs Mathematik abgebildet, wodurch ein separater Ausweis der Daten für die Technomathematik nicht realisierbar ist.

Da wir die Situationsanalyse einer einzelnen mathematischen Fakultät vornehmen, müssen wir unser Begriffsverständnis von *Abbrechern* und *Fachwechslern* modifizieren. Unter diesen beiden Gruppen verstehen wir in diesem Kontext Folgendes:

- *Abbrecher* sind Personen, die ihr Studium an der Universität Duisburg-Essen aufgeben und sich ohne Abschluss exmatrikulieren. Es kann vorkommen, dass diese Personen an einer anderen Universität ihr Studium fortsetzen oder dass sie eine Laufbahn außerhalb des akademischen Bereichs einschlagen. Wir können nur mit Sicherheit sagen, dass sie ihr ursprünglich begonnenes Mathematikstudium an der Universität Duisburg-Essen nicht erfolgreich mit dem Diplom beendet und die Hochschule mit unbekanntem Ziel verlassen haben.
- *Fachwechsler* sind Personen, die einen ursprünglich gewählten Studiengang (beispielsweise das Diplomstudium der Mathematik) aufgeben, aber an der Universität Duisburg-Essen verbleiben und lediglich einen neuen Studiengang belegen. Dabei kann es sich um einen anderen Studiengang innerhalb der Mathematik oder um einen Studiengang einer anderen Fakultät handeln.

In Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2 auf Seite 67 geben wir einen ersten Überblick über die Diplomstudiengänge der Mathematik an den beiden Standorten der Universität Duisburg-Essen.

Am Standort Duisburg haben in der Zeit von 1996 bis 2007 insgesamt 1.232 Studierende ein Diplomstudium der Mathematik aufgenommen. Davon entfallen 796 Personen auf den Diplomstudiengang Mathematik (hierzu gehören auch die Anfänger der Technomathematik) und 436 auf den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik. Die Frauenquote bei den Studienanfängern liegt in der Wirtschaftsmathematik mit 43,8% deutlich über der in der Mathematik mit 31,0%; der Unterschied beträgt 12,8 Prozentpunkte.

Zum Zeitpunkt der Datenentnahme im Mai 2010 sind von diesen ursprünglich 1.232 Studierenden noch 126 immatrikuliert. Da diese Personen in eine der drei übrigen Gruppen – nämlich Abbrecher, Fachwechsler oder Absolventen – fließen werden, haben wir sie bei der Berechnung der Abbruch-, Fachwechsel- und Erfolgsquoten ausgeschlossen.

	Anfänger im 1. FS	noch Imma- trikulierte	Abbrecher	Abbruch- quote ¹	Fach- wechsler	Fachwechsel- quote ¹	Erfolg	Erfolgs- quote ¹
Mathematik (inkl. Techno- mathematik)	m	46	300	59,6 %	132	26,2 %	59	11,7 %
	w	24	142	63,7 %	51	22,9 %	27	12,1 %
	Σ	70	442	60,9 %	183	25,2 %	86	11,9 %
Wirtschafts- mathematik	m	32	126	59,2 %	47	22,1 %	35	16,4 %
	w	24	98	58,7 %	48	28,7 %	20	12,0 %
	Σ	56	224	59,0 %	95	25,0 %	55	14,5 %
Zusammen	m	78	426	59,5 %	179	25,0 %	94	13,1 %
	w	48	240	61,5 %	99	25,4 %	47	12,1 %
	Σ	126	666	60,2 %	278	25,1 %	141	12,8 %

Tabelle 4.1.: Überblick über die Diplomstudiengänge der Fakultät für Mathematik am Standort Duisburg

	Anfänger im 1. FS	noch Imma- trikulierte	Abbrecher	Abbruch- quote ¹	Fach- wechsler	Fachwechsel- quote ¹	Erfolg	Erfolgs- quote ¹
Mathematik	m	36	215	78,5 %	27	9,9 %	26	9,5 %
	w	11	135	71,8 %	33	17,6 %	14	7,5 %
	Σ	47	350	75,8 %	60	13,0 %	40	8,7 %

Tabelle 4.2.: Überblick über die Diplomstudiengänge der Fakultät für Mathematik am Standort Essen

¹ Berechnung der Quote auf Basis der Anfänger im 1. Fachsemester abzüglich der noch immatrikulierten Studierenden

Bisher haben 666 Studierende einen Studienabbruch vollzogen. Davon entfallen 442 auf die Mathematik (inkl. Technomathematik) und 224 auf die Wirtschaftsmathematik. Für beide Diplomstudiengänge ergeben sich Abbruchquoten, die auf Basis der Studienanfänger (ohne Differenzierung nach dem Geschlecht) innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes abzüglich der noch Immatrikulierten berechnet werden, von jeweils etwa 60%. Erfolgt zusätzlich eine separate Betrachtung der Abbruchquoten von männlichen und weiblichen Studierenden, so lassen sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern ausmachen.

Insgesamt wurden 278 Fachwechsel vorgenommen. In der Mathematik (inkl. Technomathematik) wurden 183 Fachwechsel erfasst, wobei die Fachwechselquote – auf der Basis der Studienanfänger abzüglich der noch Immatrikulierten – der Männer mit 26,2% etwa 3,3 Prozentpunkte über der der Frauen mit 22,9% liegt. In der Wirtschaftsmathematik mit 95 Fachwechseln lässt sich ein anderes Bild beobachten. Hier beträgt die Fachwechselquote der Frauen 28,7% und liegt 6,6 Prozentpunkte über der der Männer mit 22,1%.

Von den 1.232 Studienanfängern haben in Duisburg bisher 141 erfolgreich die Diplomprüfung absolviert. Auf der Basis der Anfänger (abzüglich der noch Immatrikulierten) ergibt sich insgesamt eine Erfolgsquote von 12,8%. Betrachten wir separat den Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) mit 86 Diplomen, so liegen sowohl die Erfolgsquote der Frauen als auch die der Männer bei ungefähr 12%. In der Wirtschaftsmathematik mit 55 Diplomen lassen sich dagegen Unterschiede zwischen den Geschlechtern ausmachen. Die Erfolgsquote der Männer liegt mit durchschnittlich 16,4% um 4,4 Prozentpunkte über der der Frauen mit 12,0%. Unterstellen wir, dass sämtliche, noch immatrikulierte Personen ihr Studium erfolgreich abschließen werden, dann können sich die Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) bei Männern maximal auf 19,1% und bei Frauen auf höchstens 20,6% verbessern. Im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik können die Erfolgsquoten bei Männern auf maximal 27,3% und bei Frauen auf höchstens 23,0% ansteigen.

Am Standort Essen erfolgten im selben Zeitraum insgesamt 509 Immatrikulationen, wobei die Frauenquote hier bei 39,1% liegt. Im Mai 2010 waren von diesen 509 Studierenden noch 47 eingeschrieben.

350 Studierende (215 Männer und 135 Frauen) haben ihr Diplomstudium der Mathematik in Essen abgebrochen. Damit liegt die Abbruchquote – Berechnung auf Basis der Anfänger abzüglich der noch Eingeschriebenen – im Schnitt bei 75,8%. Männer weisen mit 78,5% eine um 6,7 Prozentpunkte höhere Abbruchquote auf als Frauen mit 71,8%.

Fachwechsel wurden in Essen hingegen sehr selten vorgenommen. Innerhalb des Be-

trachtungszeitraums wechselten 27 Männer und 33 Frauen aus dem Diplomstudiengang Mathematik in einen anderen Studiengang. Die Fachwechselquote – auf der Basis der Studienanfänger abzüglich der noch Immatrikulierten – bei den männlichen Studierenden beläuft sich auf 9,9% und bei den weiblichen auf 17,6%; der Unterschied beträgt 7,7 Prozentpunkte.

Bis zum Mai 2010 haben von den insgesamt 509 Studienanfängern am Standort Essen 40 erfolgreich das Diplomstudium abgeschlossen. Die Erfolgsquote – berechnet auf Basis der Studierenden im ersten Fachsemester abzüglich der noch eingeschriebenen Studierenden – liegt bei den Männern bei 9,5% und bei den Frauen bei 7,5%. Gehen wir davon aus, dass die noch in Essen immatrikulierten Studierenden ihr Diplomstudium der Mathematik erfolgreich beenden werden, dann können sich die Erfolgsquoten bei Männern maximal auf 20,0% und bei Frauen auf höchstens 12,6% verbessern.

Vergleichen wir die beiden Standorte miteinander, so stellen wir fest, dass innerhalb des Betrachtungszeitraumes in Duisburg 2,4 mal so viele Studierende ein Diplomstudium der Mathematik begonnen haben wie in Essen. Der Standort Duisburg weist ebenfalls eine um 4 Prozentpunkte höhere Erfolgsquote auf; verglichen mit den in Abschnitt 3.3.2.2 ermittelten gesamtdeutschen Erfolgsquoten fallen die Werte der Universität Duisburg-Essen deutlich geringer aus. Dieser Unterschied sollte allerdings mit Vorsicht betrachtet werden. Die Personen, die wir hier als „Abbrecher“ ausweisen, können ihr in Duisburg-Essen begonnenes Mathematikstudium an einer anderen Universität weiter fortsetzen und es dort erfolgreich abschließen. In den Daten des Statistischen Bundesamtes erscheinen diese Studierenden dann als Absolventen, während sie für die Universität Duisburg-Essen als Abbrecher geführt werden.

In Essen brechen drei von vier Studierenden ihr Mathematikstudium vorzeitig ab; die Abbruchquote liegt 15,6 Prozentpunkte über der von Duisburg. Dafür werden in Essen weniger Fachwechsel vorgenommen; mit 13,0% ist die Fachwechselquote nur halb so hoch wie die in Duisburg mit 25,1%.

Im Folgenden werden wir nun die Entwicklung an beiden Standorten innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes detailliert analysieren.

4.3.2. Campus Duisburg

4.3.2.1. Studienabbruchquoten

In Abschnitt 4.3.1 hatten wir berichtet, dass von 1.232 Anfängern, die innerhalb des Zeitraums von Wintersemester 1996/1997 bis Sommersemester 2007 ein Diplomstudium der Mathematik (inkl. Technomathematik) bzw. Wirtschaftsmathematik aufgenommen haben, zum Zeitpunkt der Datenentnahme im Mai 2011 bisher 666 Studierende

ihr in Duisburg begonnenes Studium vorzeitig beendet und die Universität mit unbekanntem Ziel verlassen haben. Um diese nicht unerhebliche Zahl an Studienabbrüchen zukünftig zu reduzieren, müssen wir in Erfahrung bringen, wann die Abbrüche sich ereignen, um entsprechende Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln und in die Wege zu leiten.

In Kapitel 3 hatten wir frühe und späte Studienfachwechsler unterschieden. Um eine übersichtliche Analyse der Duisburger Zahlen zu ermöglichen, wählen wir eine ähnliche Differenzierung und splitten zusätzlich die Gruppe der späten Studienfachwechsler in zwei Gruppen auf. Bei den Studienabbrechern unterscheiden wir demnach die folgenden Typen:

- *Frühe Abbrecher* sind Studierende, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester einen Studienabbruch an der Fakultät für Mathematik vornehmen.
- *Mittlere Abbrecher* brechen zwischen dem dritten und neunten Fachsemester ihr Studium ab.
- *Späte Abbrecher* exmatrikulieren sich erst nach neun oder mehr Fachsemestern.

Für diese drei Gruppen ermitteln wir zunächst die Absolutzahlen der Abbrüche und berechnen anschließend die zugehörigen Abbruchquoten, wobei diese auf der Basis der Studierenden im ersten Fachsemester berechnet werden und wir somit dieses Mal die Zahl der zum Zeitpunkt der Datenentnahme noch immatrikulierten Studierenden bei der Berechnung nicht ausschließen wie wir es zuvor für die den ganzen Studienverlauf abdeckende Abbruchquote in Abschnitt 4.3.1 gemacht haben.

In Tabelle 4.3 stellen wir die Absolutzahlen der Abbrüche sowie die zugehörigen Abbruchquoten zusammen für die Diplomstudiengänge Mathematik (inkl. Technomathematik) und Wirtschaftsmathematik unter Verwendung der eben erläuterten Differenzierung dar.

Während der ersten beiden Fachsemester brechen durchschnittlich 27,3% der Studierenden ihr ursprünglich gewähltes Diplomstudium der Mathematik am Standort Duisburg ab. Die Quote der mittleren Studienabbrüche beläuft sich im Schnitt auf 22,9% und die der späten Abbrecher auf 4,5%. Für die drei Abbrechergruppen lassen sich jeweils keine Unterschiede im Abbruchverhalten zwischen den Geschlechtern ausmachen.

Wir betrachten nun separat die beiden Diplomstudiengänge und richten zunächst unser Augenmerk auf den Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik). Tabelle 4.4 sind die Absolutzahlen sowie die Abbruchquoten für diesen Studiengang zu entnehmen.

	Anfänger	Anzahl der Abbrüche im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	794	139	69	51	38	97	36	430
w	438	70	58	25	22	48	20	243
Σ	1232	209	127	76	60	145	56	673
	Anfänger	Abbruchquote im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	794	17,5 %	8,7 %	6,4 %	4,8 %	12,2 %	4,5 %	54,2 %
w	438	16,0 %	13,2 %	5,7 %	5,0 %	11,0 %	4,6 %	55,5 %
Σ	1232	17,0 %	10,3 %	6,2 %	4,9 %	11,8 %	4,5 %	54,6 %

Tabelle 4.3.: Studienabbrüche in den Diplomstudiengängen der Mathematik am Standort Duisburg

	Anfänger	Anzahl der Abbrüche im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	549	100	44	38	26	70	25	303
w	247	33	34	13	15	36	12	143
Σ	796	133	78	51	41	106	37	446
	Anfänger	Abbruchquote im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	549	18,2 %	8,0 %	6,9 %	4,7 %	12,8 %	4,6 %	55,2 %
w	247	13,4 %	13,8 %	5,3 %	6,1 %	14,6 %	4,9 %	57,9 %
Σ	796	16,7 %	9,8 %	6,4 %	5,2 %	13,3 %	4,6 %	56,0 %

Tabelle 4.4.: Studienabbrüche im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) am Standort Duisburg

Die Quoten der frühen Abbrecher liegen sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern bei durchschnittlich 27%. Es ist auffällig, dass während des ersten Fachsemesters 18,2% der männlichen und demgegenüber 13,4% der weiblichen Studierenden das Diplomstudium der Mathematik aufgeben. Dies ist mithin ein Unterschied von 4,8 Prozentpunkten zwischen den Geschlechtern. Bei den Abbrüchen im zweiten Fachsemester lässt sich ein genau entgegengesetztes Bild beobachten. Hier liegt die Abbruchquote der Frauen 5,8 Prozentpunkte über der der Männer. Die Quote der mittleren Abbrecher beläuft sich im Durchschnitt auf 24,9% und die der späten Abbrecher auf durchschnittlich 4,6%. Bei diesen beiden Gruppen lassen sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern ausmachen.

Abschließend wenden wir uns den Studienabbrüchen im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik zu. Die Absolutzahlen und Abbruchquoten sind Tabelle 4.5 zu entnehmen.

Die Abbruchquote der frühen Abbrecherinnen liegt mit 32,0% im Mittel 5,9 Prozent-

punkte über der der frühen Abbrecher mit 26,1%. Die Differenz bildet sich bereits während des ersten Fachsemesters heraus. In den darauf folgenden drei Fachsemestern sind die Unterschiede zwischen den Geschlechtern dagegen verschwindend gering. Bei den mittleren Abbrüchen liegen die männlichen Studierenden mit durchschnittlich 21,2% vor ihren weiblichen Kommilitonen, die 16,3% erreichen. Die späten Abbrüche belaufen sich im Mittel auf 4,4%, wobei keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festzustellen sind.

	Anfänger	Anzahl der Abbrüche im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	245	39	25	13	12	27	11	127
w	191	37	24	12	7	12	8	100
Σ	436	76	49	25	19	39	19	227
	Anfänger	Abbruchquote im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	245	15,9 %	10,2 %	5,3 %	4,9 %	11,0 %	4,5 %	51,8 %
w	191	19,4 %	12,6 %	6,3 %	3,7 %	6,3 %	4,2 %	52,4 %
Σ	436	17,4 %	11,2 %	5,7 %	4,4 %	8,9 %	4,4 %	52,1 %

Tabelle 4.5.: Studienabbrüche im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik am Standort Duisburg

Wir fassen unsere bisherigen Beobachtungen zusammen: Unterschiede einerseits zwischen den Studienfächern und andererseits zwischen den Geschlechtern fallen sehr gering aus. Wie nach den Ergebnissen, die wir in Kapitel 3 erzielt haben, zu erwarten war, überwiegt die Zahl der frühen Abbrüche mit durchschnittlich 27%. Es fällt auf, dass immerhin 17,0% der Studienanfänger – dies macht annähernd zwei Drittel der frühen Abbrecher aus – bereits während des ersten Fachsemesters ihr Studium eines der mathematischen Diplomstudiengänge aufgeben. Insgesamt bricht im Schnitt jeder zweite Anfänger an der Fakultät für Mathematik in Duisburg sein Diplomstudium vorzeitig ab.

4.3.2.2. Studiengangwechselquoten

In Abschnitt 4.3.1 haben wir Zahlen über Studienfachwechsel ausgewiesen und konnten berichten, dass von 1.232 Anfängern 278 Studierende einen der ursprünglich gewählten Diplomstudiengänge der Fakultät für Mathematik verlassen haben, aber an der Universität verblieben sind und einen neuen Studiengang belegt haben. Wir werden die Zeitpunkte, zu denen die Fachwechsel vorgenommen werden, untersuchen und zusätzlich Fachwechselquoten bestimmen.

In Analogie zu den drei Abbruchtypen des vorherigen Abschnitts definieren wir drei Wechseltypen:

- *Frühe Wechsler* sind Studierende, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester einen Fachwechsel vornehmen.
- *Mittlere Wechsler* wechseln zwischen dem dritten und neunten Fachsemester ihren Studiengang.
- *Späte Wechsler* wenden sich erst nach neun oder mehr Fachsemestern einem anderen Studiengang zu.

Wie auch bereits zuvor die Abbruchquoten in Abschnitt 4.3.2.1 berechnen wir die Fachwechselquoten auf Basis aller Studienanfänger im ersten Fachsemester. In Tabelle 4.6 stellen wir die Absolutzahlen der Fachwechsel sowie die zugehörigen Fachwechselquoten zusammen für die Diplomstudiengänge Mathematik (inkl. Technomathematik) und Wirtschaftsmathematik unter Verwendung der eben erläuterten Differenzierung nach Fachwechseltypen dar.

	Anfänger	Anzahl der Studiengangwechsel während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	794	93	34	13	14	20	5	179
w	438	38	29	9	8	8	7	99
Σ	1232	131	63	22	22	28	12	278

	Anfänger	Studiengangwechselquote während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	794	11,7 %	4,3 %	1,6 %	1,8 %	2,5 %	0,6 %	22,5 %
w	438	8,7 %	6,6 %	2,1 %	1,8 %	1,8 %	1,6 %	22,6 %
Σ	1232	10,6 %	5,1 %	1,8 %	1,8 %	2,3 %	1,0 %	22,6 %

Tabelle 4.6.: Studiengangwechsel in den Diplomstudiengängen der Mathematik am Standort Duisburg

Während des ersten Studienjahres brechen durchschnittlich 15,7% der Studierenden ihr ursprünglich gewähltes Diplomstudium an der Fakultät für Mathematik am Standort Duisburg ab und wechseln den Studiengang. Nach dem ersten Fachsemester sind die Fachwechselquoten am höchsten; so haben vor Beginn des zweiten Fachsemesters bereits 11,7% der männlichen und 8,7% der weiblichen Studierenden einen neuen Studiengang gewählt. Die Quote der mittleren Fachwechsel beläuft sich im Schnitt auf 5,9% und die der späten Fachwechsel auf 1,0%. Für diese zwei Gruppen lassen sich zwischen den Geschlechtern keine Unterschiede ausmachen.

Wir befassen uns als Nächstes mit den Studienfachwechslern im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) und berechnen für die drei Fachwechselgruppen die entsprechenden Fachwechselquoten. Diese Werte können Tabelle 4.7 entnommen werden.

Einen frühen Fachwechsel nehmen im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) durchschnittlich 16,3% der Studierenden vor. Der Großteil dieser Wechsel ist bereits nach dem ersten Fachsemester vollzogen worden; 12,9% der männlichen und 9,7% der weiblichen Studienanfänger haben sich nach diesem Zeitraum einem anderen Studiengang zugewandt. Die Quote der mittleren Fachwechsel beläuft sich auf 6,0% und die der späten Fachwechsel auf 0,8%. Bei beiden Gruppen sind keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern bemerkbar.

	Anfänger	Anzahl der Studiengangwechsel während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	549	71	26	10	8	13	4	132
w	247	24	9	5	6	5	2	51
Σ	796	95	35	15	14	18	6	183
	Anfänger	Studiengangwechselquote während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	549	12,9 %	4,7 %	1,8 %	1,5 %	2,4 %	0,7 %	24,0 %
w	247	9,7 %	3,6 %	2,0 %	2,4 %	2,0 %	0,8 %	20,6 %
Σ	796	11,9 %	4,4 %	1,9 %	1,8 %	2,3 %	0,8 %	23,0 %

Tabelle 4.7.: Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) am Standort Duisburg

Anschließend widmen wir uns dem Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik und ermitteln die Anzahl der Studienfachwechsel sowie die Studiengangwechselquoten für die drei Fachwechseltypen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.8 dargestellt.

	Anfänger	Anzahl der Studiengangwechsel während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	245	22	8	3	6	7	1	47
w	191	14	20	4	2	3	5	48
Σ	436	36	28	7	8	10	6	95
	Anfänger	Studiengangwechselquote während des ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	total
m	245	9,0 %	3,3 %	1,2 %	2,4 %	2,9 %	0,4 %	19,2 %
w	191	7,3 %	10,5 %	2,1 %	1,0 %	1,6 %	2,6 %	25,1 %
Σ	436	8,3 %	6,4 %	1,6 %	1,8 %	2,3 %	1,4 %	21,8 %

Tabelle 4.8.: Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik am Standort Duisburg

Bei den frühen Fachwechseln lassen sich im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern feststellen. Männliche Studierende vollziehen in 12,3% aller Fälle einen frühen Fachwechsel, während 17,8% der weiblichen Studierenden früh wechseln. Dies ist immerhin ein Unterschied von 5,5

Prozentpunkten. Bei den Männern finden 9,0% der frühen Wechsel nach dem ersten Fachsemester statt und bei den Frauen dagegen werden nach dem zweiten Fachsemester mit 10,5% noch mehr Wechsel vollzogen als nach dem ersten Semester mit durchschnittlich 7,3%. Die mittleren Fachwechsel und die späten Fachwechsel belaufen sich auf 5,7% bzw. 1,4%. Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind hier nicht auszumachen.

Wir fassen unsere Beobachtungen zum Fachwechselverhalten in den Diplomstudiengängen der Fakultät für Mathematik am Standort Duisburg zusammen:

Fast alle Fachwechsel werden innerhalb der ersten vier Fachsemester vorgenommen. 19,3% der Studierenden wechseln während dieses Zeitraums und lediglich 3,3% der Studierenden wenden sich während des fünften Fachsemesters oder später einem neuen Studiengang innerhalb der Hochschule zu. Bei den frühen Fachwechseln wird dem ersten Fachsemester eine besondere Rolle zugewiesen; in diesen ersten sechs Monaten des Diplomstudiums findet mehr als die Hälfte der frühen Wechsel und sogar aller Wechsel überhaupt statt.

Im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) sind Unterschiede zwischen den Geschlechtern kaum auszumachen. Ein anderes Bild zeichnet sich bei den Studienanfängern im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik ab. Hier fallen die Fachwechselquoten vor allem in den ersten beiden Fachsemestern leicht zu Ungunsten der Frauen aus. Verglichen mit den Abbruchquoten, die wir in Abschnitt 4.3.2.1 berechnet haben, werden weniger als halb so viele Fachwechsel wie Abbrüche vorgenommen.

Über das Informationssystem SuperX kann außerdem in Erfahrung gebracht werden, in welche Studiengänge die Fachwechsler der Diplomstudiengänge an der Fakultät für Mathematik gewechselt sind. Die 278 Fachwechsler wechselten in insgesamt 31 verschiedene Studiengänge; von zehn Studierenden ist nicht bekannt, wohin sie gewechselt sind. Um das Wechselverhalten übersichtlich darzustellen, haben wir davon abgesehen, jeden Studiengang, in den gewechselt wurde, einzeln auszuweisen. Stattdessen haben wir die Studiengänge gemäß der Fächergruppensystematik des Statistischen Bundesamtes kategorisiert und die Studiengangwechsel entsprechend dieser Gliederung in Tabelle 4.9 ausgewiesen.

Beinahe jeder zweite männliche Studiengangwechsler verbleibt in der Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften. Mitinigem Abstand folgen die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie die Ingenieurwissenschaften. Die weiblichen Wechsler wenden sich zu gleichen Teilen den Fächergruppen Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Mathematik, Naturwissenschaften zu.

Fächergruppe	männlich	weiblich	gesamt
Sprach- und Kulturwissenschaften	4	3	7
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	46	42	88
Mathematik, Naturwissenschaften (davon innerhalb der Mathematik)	80 (24)	43 (32)	123 (56)
Ingenieurwissenschaften	42	4	46
Kunst, Kulturwissenschaften	0	0	0
Fächerübergreifende Studiengänge	1	3	4
Zusammen	173	95	268

Tabelle 4.9.: Ziele der Studiengangwechsel nach Fächergruppe am Standort Duisburg

Wir betrachten jetzt die Fachwechsler des Diplomstudiengangs Mathematik (inkl. Technomathematik). Männer wechseln zu einem Großteil in den Diplomstudiengang Angewandte Informatik (insgesamt 32 Wechsel); danach folgen die Wirtschaftswissenschaften (hier fassen wir den Diplomstudiengang Wirtschaftswissenschaften und den Bachelorstudiengang BWL zusammen). Frauen wechseln zumeist in die Wirtschaftswissenschaften oder in den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik.

Ein anderes Wechselverhalten lässt sich im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik beobachten. Männliche Studierende wechseln am Häufigsten in die Wirtschaftswissenschaften und in den Diplomstudiengang Mathematik. Fast jede zweite Wechselrin wendet sich den Wirtschaftswissenschaften zu und an zweiter Stelle kommt bei den Frauen der Diplomstudiengang Mathematik.

Insgesamt erfolgten 56 Wechsel innerhalb der Studiengänge der Fakultät für Mathematik; davon zehn in ein Lehramtsstudium der Mathematik, neun in die neuen Bachelorstudiengänge und 35 zwischen den Diplomstudiengängen Mathematik (inkl. Technomathematik) und Wirtschaftsmathematik.

4.3.2.3. Absolventenzahlen

Aus der Übersichtstabelle 4.1 auf Seite 67 lässt sich entnehmen, dass von den 1.232 anfangs gestarteten Studierenden in den Diplomstudiengängen Mathematik (inkl. Technomathematik) und Wirtschaftsmathematik bisher 141 ihr Diplomstudium erfolgreich abgeschlossen haben. Im vorangegangenen Abschnitt haben wir aber auch festgestellt, dass Fachwechsel zwischen den Diplomstudiengängen stattgefunden haben; es ist potentiell vorstellbar, dass diese Wechsler ein Diplom in ihrem neuen Studiengang erworben haben.

Die bis zu einem Wechsel absolvierten Fachsemester und die Höhe der anrechenbaren Prüfungsleistungen, die bis zum Zeitpunkt des Wechsels erbracht worden sind,

geben den Ausschlag, in welches Fachsemester der Wechsler eingestuft wird. Erfolgt eine Einstufung in das erste Fachsemester, so tauchen diese Studierenden in SuperX als Studienanfänger des jeweiligen Studiengangs auf. Werden Wechsler jedoch in höhere Fachsemester eingestuft, so können diese Studierenden über SuperX nicht mehr ermittelt werden.

Über SuperX können wir nicht in Erfahrung bringen, in welche Fachsemester die 35 Wechsler zwischen den Diplomstudiengängen der Mathematik eingestuft worden sind. Wir müssen diese Thematik daher von einer anderen Seite angehen. SuperX weist für jedes Semester Absolventen zusammen mit der Fachstudiendauer (d.h. der Semesteranzahl, die von einem Absolventen benötigt wurde, um diesen Studiengang erfolgreich abzuschließen) aus. Mit diesen Informationen können wir die Startsemester determinieren und können eine Aussage darüber treffen, wie viele Studierende, die innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes von Wintersemester 1996/1997 bis Sommersemester 2007 ein Diplomstudium an der Fakultät für Mathematik am Standort Duisburg aufgenommen haben, auch ein Diplom in ebendiesem Studiengang erworben haben.

Durch dieses Vorgehen konnten wir ermitteln, dass 181 Studierende ein Diplom an der Fakultät für Mathematik erhalten haben, die innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes ihr Diplomstudium aufgenommen haben müssen. Die Verteilung auf die einzelnen Diplomstudiengänge sieht folgendermaßen aus:

- Mathematik (inkl. Technomathematik): 81 Männer und 37 Frauen
- Wirtschaftsmathematik: 40 Männer und 23 Frauen

Setzen wir diese Zahlen in Bezug zu denen aus der Übersichtstabelle 4.1, dann erkennen wir, dass die durch unser neues Vorgehen ermittelten Zahlen größer sind als jene aus der Tabelle mit insgesamt 141 bestandenen Diplomprüfungen.

Der Überhang von 40 Diplomen lässt sich nicht völlig durch die eben ermittelten 35 Fachwechsler in der Mathematik abdecken und somit plausibel machen. Es müssen zusätzlich Studierende aus anderen Studiengängen der Hochschule in die Diplomstudiengänge der Mathematik gewechselt sein und ebenso können Mathematikstudierende anderer Universitäten nach Duisburg gewechselt sein, die hier ihr ursprünglich begonnenes Studium weiter fortgesetzt und letztlich auch erfolgreich abgeschlossen haben.

4.3.3. Campus Essen

Wir werden im Folgenden den Standort Essen unter den gleichen Gesichtspunkten betrachten, denen wir uns auch für den Standort Duisburg gewidmet haben. Wir weisen

nochmals darauf hin, dass in Essen nur der Diplomstudiengang Mathematik angeboten wurde. Dementsprechend werden sich unsere Betrachtungen allein auf diesen Studiengang beschränken.

4.3.3.1. Studienabbruchquoten

In Abschnitt 4.3.1 haben wir berichtet, dass von 509 Anfängern 350 Studierende ihr Studium im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen vorzeitig abgebrochen haben. Über den Verbleib der betreffenden Personen kann nur spekuliert werden.

Wie auch schon für den Standort Duisburg in Abschnitt 4.3.2.1 werden wir für den Standort Essen detailliert analysieren, wann diese Abbrüche sich jeweils ereignet haben. Um die Ergebnisse übersichtlich zu gestalten, unterscheiden wir erneut die drei Abbrechertypen, auf die wir uns bereits zuvor bezogen haben:

- *Frühe Abbrecher* sind Studierende, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester einen Studienabbruch an der Fakultät für Mathematik vornehmen.
- *Mittlere Abbrecher* brechen zwischen dem dritten und neunten Fachsemester ihr Studium ab.
- *Späte Abbrecher* exmatrikulieren sich erst nach neun oder mehr Fachsemestern.

Wir ermitteln zunächst für diese drei Gruppen die Absolutzahlen der Abbrüche und weisen anschließend die zugehörigen Abbruchquoten aus, wobei diese auf Basis aller Studierenden im ersten Fachsemester berechnet werden und wir somit die Zahl der zum Zeitpunkt der Datenentnahme noch eingeschriebenen Studierenden bei der Berechnung unberücksichtigt lassen.

In Tabelle 4.10 stellen wir die Absolutzahlen der Abbrüche sowie die zugehörigen Abbruchquoten für den Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen dar.

	Anfänger	Anzahl der Abbrüche im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	$\geq 10.$ FS	total
m	310	48	31	19	25	63	31	217
w	199	39	30	16	11	25	16	137
Σ	509	87	61	35	36	88	47	354
	Anfänger	Abbruchquote im ...						
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	$\geq 10.$ FS	total
m	310	15,5 %	10,0 %	6,1 %	8,1 %	20,3 %	10,0 %	70,0 %
w	199	19,6 %	15,1 %	8,0 %	5,5 %	12,6 %	8,0 %	68,8 %
Σ	509	17,1 %	12,0 %	6,9 %	7,1 %	17,3 %	9,2 %	69,5 %

Tabelle 4.10.: Studienabbrüche im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen

In Abschnitt 4.3.2.1 haben wir die Abbruchquoten für den Standort Duisburg ermittelt und festgestellt, dass sich für die drei Abbruchtypen zwischen den Geschlechtern im Diplomstudiengang Mathematik jeweils keine Unterschiede ausmachen lassen. In Essen lässt sich ein anderer Sachverhalt beobachten: Während der ersten beiden Fachsemester brechen durchschnittlich 29,1% der Studienanfänger in Essen ihr Studium ab; dieser Wert rangiert in der gleichen Größenordnung wie der für den Standort Duisburg. Differenzieren wir jedoch nach dem Geschlecht, so werden Unterschiede sichtbar. 25,5% der männlichen Studierenden brechen früh ab, während es bei den weiblichen Studienanfängern sogar 34,7% sind. Dies ist ein Unterschied von 9,2 Prozentpunkten. Bei den mittleren Abbrechern verhält es sich genau anders herum. Hier liegt die Quote der abbrechenden Männer mit 34,5% um 8,4 Prozentpunkte über der der Frauen mit 26,1%. Nach dem neunten Fachsemester brechen durchschnittlich noch weitere 10% ihr Studium in Essen ab. Betrachtet man diese Werte der mittleren und späten Abbrecher, so lassen sich auch hier Unterschiede zu den Duisburger Werten ausmachen. In Duisburg liegt die Quote der mittleren Abbrecher im Mittel bei 22,9% und die der späten bei 4,5%. Es ist auffällig, dass die Quoten aus Essen für diese beiden Gruppen wesentlich höher ausfallen.

4.3.3.2. Studiengangwechselquoten

In Abschnitt 4.3.1 haben wir berichtet, dass von den 509 Studienanfängern des Diplomstudiengangs Mathematik in Essen 60 Studierende (33 Frauen und 27 Männer) an der Universität verblieben sind, aber einen Studiengangwechsel vorgenommen haben. Wir werden für den Standort Essen – wie bereits zuvor in Abschnitt 4.3.2.2 für den Standort Duisburg – die Zeitpunkte, zu denen diese Fachwechsel vorgenommen wurden, untersuchen und die zugehörigen Studiengangwechselquoten berechnen.

In Analogie zu den drei Abbruchtypen des vorherigen Abschnitts definieren wir erneut drei Wechseltypen:

- *Frühe Wechsler* sind Studierende, die innerhalb der ersten beiden Fachsemester einen Fachwechsel vornehmen.
- *Mittlere Wechsler* wechseln zwischen dem dritten und neunten Fachsemester ihren Studiengang.
- *Späte Wechsler* wenden sich erst nach neun oder mehr Fachsemestern einem anderen Studiengang zu.

Die Fachwechselquoten berechnen wir auch an dieser Stelle auf Basis aller Studierenden im ersten Fachsemester. In Tabelle 4.11 stellen wir die Absolutzahlen der Fach-

wechsel sowie die zugehörigen Fachwechselquoten für den Diplomstudiengang Mathematik unter Verwendung der eben erläuterten Gliederung dar.

Wir fassen zunächst die frühen Wechsler ins Auge und stellen große Differenzen zwischen den Geschlechtern fest. Durchschnittlich 11,5% der Frauen nehmen einen frühen Fachwechsel vor, während ihre männlichen Kommilitonen dies zu 4,8% tun; der Unterschied beläuft sich somit auf 6,7 Prozentpunkte. Bemerkenswert ist, dass die Wechselquote der frühen Wechsler im Mittel 7,5% beträgt und damit nur halb so hoch ist wie die Quote der frühen Fachwechsler am Standort Duisburg. Bei den mittleren und den späten Fachwechslern sind die Quoten sehr gering; die Fachwechselquote der mittleren Fachwechsler beträgt durchschnittlich 4,0% und die der späten Wechsler 0,4%. Zwischen den Geschlechtern lassen sich keine Unterschiede feststellen und die Quoten der mittleren und späten Wechsler liegen an beiden Standorten in der gleichen Größenordnung.

	Anfänger	Anzahl der Studiengangwechsel während des ...						total
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	
m	310	4	11	1	4	5	2	27
w	199	6	17	6	1	3	0	33
Σ	509	10	28	7	5	8	2	60

	Anfänger	Studiengangwechselquote während des ...						total
		1. FS	2. FS	3. FS	4. FS	5.-9. FS	≥ 10. FS	
m	310	1,3 %	3,5 %	0,3 %	1,3 %	1,6 %	0,6 %	8,7 %
w	199	3,0 %	8,5 %	3,0 %	0,5 %	1,5 %	0,0 %	16,6 %
Σ	509	2,0 %	5,5 %	1,4 %	1,0 %	1,6 %	0,4 %	11,8 %

Tabelle 4.11.: Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen

Für den Standort Duisburg konnten wir beobachten, dass die Quote der frühen Abbrüche mit durchschnittlich 27,3% doppelt so hoch ausfällt wie die der frühen Fachwechsel mit 15,7%. Gleiches lässt sich für den Standort Essen feststellen, wobei hier die Differenz noch größer ist. Im Diplomstudiengang Mathematik in Essen ist die Quote der frühen Abbrecher mit im Mittel 29,1% mehr als vier mal so hoch wie die Quote der frühen Wechsler mit durchschnittlich 7,5%.

Wir haben über das Informationssystem SuperX in Erfahrung gebracht, in welche Studiengänge die Fachwechsler am Standort Essen gewechselt sind. Auch wenn die Zahl der Fachwechsel in Essen mit insgesamt 60 Wechseln deutlich geringer ausfällt als die Zahl der Studiengangwechsel am Standort Duisburg mit 278 Wechseln, so können dennoch Wechsel in 31 verschiedene Studiengänge beobachtet werden. Um auch hier eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse zu ermöglichen, haben wir wie bereits in Abschnitt 4.3.2.2 die Studiengänge gemäß den Fächergruppen, die vom Statistischen

Bundesamt verwendet werden, kategorisiert und weisen die Wechsel entsprechend dieser Gliederung in Tabelle 4.12 aus.

Männliche Studierende verbleiben zu annähernd 60% in naturwissenschaftlichen Studiengängen. Frauen dagegen wechseln zu gleichen Teilen in die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie in die Naturwissenschaften.

Fächergruppe	männlich	weiblich	gesamt
Sprach- und Kulturwissenschaften	0	6	6
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	6	11	17
Mathematik, Naturwissenschaften (davon innerhalb der Mathematik)	16 (2)	10 (3)	26 (5)
Ingenieurwissenschaften	4	6	10
Kunst, Kulturwissenschaften	1	0	1
Zusammen	27	33	60

Tabelle 4.12.: *Ziele der Studiengangwechsel nach Fächergruppe am Standort Essen*

Im Vergleich zum Standort Duisburg finden in Essen wesentlich weniger Wechsel innerhalb der mathematischen Studiengänge statt. So haben sich während unseres Betrachtungszeitraumes zwei Wechsel vom Diplomstudiengang Mathematik in den Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik ereignet, für den die entsprechenden Veranstaltungen dann am Standort Duisburg besucht werden müssen.

4.3.3.3. Absolventenzahlen

Aus der Übersichtstabelle 4.2 auf Seite 67 lässt sich ersehen, dass von den 509 anfangs gestarteten Studienanfängern im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen bisher 40 Studierende – 26 Männer und 14 Frauen – erfolgreich das Diplom erworben haben.

Für den Campus Duisburg konnten wir in Abschnitt 4.3.2.3 ermitteln, dass es Studierende gibt, die innerhalb der Hochschule in die Diplomstudiengänge der Mathematik gewechselt sind bzw. von einer anderen Universität nach Duisburg gekommen sind und an diesem Standort erfolgreich die Diplomprüfung absolviert haben. Um zu diesen Ergebnissen zu gelangen, hatten wir uns des Informationssystems SuperX bedient und über die Absolventen eines jeden Semesters, für welche jeweils die Fachstudiendauer bekannt ist und in SuperX abgefragt werden kann, diejenigen ermittelt, die innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes auch dieses Diplomstudium begonnen haben müssen.

Für den Standort Essen sind wir in gleicher Weise vorgefahren und konnten in Erfahrung bringen, dass in Essen insgesamt 39 Männer und 21 Frauen, die innerhalb unseres Betrachtungszeitraumes von Wintersemester 1996/1997 bis Sommersemester 2007 die-

ses Studium aufgenommen haben, ein Diplom erhalten haben. Setzen wir diese neuen Werte in Bezug zu den 26 männlichen und 14 weiblichen Absolventen aus Tabelle 4.2, so müssen wir daraus schließen, dass 13 Männer und 7 Frauen von einer anderen Universität nach Essen gewechselt sind oder innerhalb der Universität einen Studiengangwechsel in den Diplomstudiengang Mathematik vorgenommen haben und dieses Diplomstudium in Essen erfolgreich abgeschlossen haben.

In Duisburg ließ sich die beobachtete Differenz zum Großteil durch die Anzahl der Fachwechsel zwischen den mathematischen Studiengängen plausibel machen. Im vorigen Abschnitt konnten wir aber nur von zwei derartigen Wechseln am Standort Essen berichten. Über SuperX konnten wir zusätzlich in Erfahrung bringen, dass aus den Lehramtsstudiengängen in Essen weitere sieben Studierende in den Diplomstudiengang Mathematik gewechselt sind. Diese Zahlen reichen jedoch nicht aus, um die Lücke vollständig zu schließen. Demzufolge muss ein Großteil dieser Absolventen von außerhalb kommen und hat seine mathematische Grundausbildung aller Wahrscheinlichkeit nach nicht in Essen absolviert.

4.4. Fachausbildungen – Bachelor

Zum Wintersemester 2007/2008 erfolgte an beiden Standorten der Universität Duisburg-Essen die Umstellung auf die Bachelor- und Masterstudiengänge, wobei ein Studienbeginn jeweils im Sommer- und im Wintersemester möglich ist. In den ersten beiden Semestern nach der Reform konnte man Mathematik lediglich mit einem Anwendungsfach studieren; man spricht bei dieser Variante vom Profil 80:20 (80% Mathematik und 20% Anwendungsfach). Im Wintersemester 2008/2009 wurden in Duisburg zusätzlich auch Wirtschaftsmathematik und Technomathematik als Bachelorstudiengänge in einem 60:40 Profil (60% Mathematik und 40% Anwendungsfach) eingeführt.

Am Standort Duisburg ist der Bachelorstudiengang Mathematik im Profil 80:20 in Kombination mit den Anwendungsfächern Angewandte Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik möglich. Hinzu kommen noch die Bachelorstudiengänge Wirtschaftsmathematik und Technomathematik jeweils im Profil 60:40.

Da an der Universität Duisburg-Essen erst seit wenigen Semestern die Bachelorstudiengänge angeboten werden, macht es keinen Sinn, diese in der gleichen Weise wie die Diplomstudiengänge zu beleuchten. Wir beschränken uns daher auf eine Übersicht, die uns für die jeweiligen Semester aufzeigt, wie viele Studierende noch immatrikuliert sind, wie viele sich exmatrikuliert haben und wie viele den Studiengang gewechselt haben. Eine solche Übersicht³ für den Standort Duisburg ist Tabelle 4.13 zu entnehmen.

³Die Daten wurden dem Informationssystem SuperX am 21. Juli 2010 entnommen.

Semester		Anfänger im 1. FS	noch Imma- trikulierte	Abbrecher	Fach- wechsler
WS 2007/2008	m	18	12	5	1
	w	16	5	7	4
	Σ	34	17	12	5
SS 2008	m	35	11	8	16
	w	9	1	6	2
	Σ	44	12	14	18
WS 2008/2009	m	33	13	12	8
	w	21	8	4	9
	Σ	54	21	16	17
SS 2009	m	19	8	7	4
	w	16	6	8	2
	Σ	35	14	15	6
WS 2009/2010	m	31	23	8	0
	w	23	16	4	3
	Σ	54	39	12	3
Zusammen	m	136	67	40	29
	w	85	36	29	20
	Σ	221	103	69	49

Tabelle 4.13.: Übersicht Bachelorstudiengänge Mathematik am Standort Duisburg

Von ursprünglich 221 Anfängern sind zum Zeitpunkt der Datenentnahme noch 104 eingeschrieben; folglich haben 117 Studierende in Duisburg den Studiengang gewechselt oder haben ihr Studium an der Universität Duisburg-Essen aufgegeben und sich exmatrikuliert.

Wir widmen unsere Aufmerksamkeit zunächst den Abbrechern. Da der Bachelorstudiengang erst vor Kurzem in Duisburg eingeführt worden ist und uns Daten bis einschließlich Sommersemester 2010 vorliegen, betrachten wir ausschließlich die Abbrecher im ersten Studienjahr. Während der ersten beiden Fachsemester haben insgesamt 56 Studierende, von denen 23 weiblich und 33 männlich sind, das Bachelorstudium in Duisburg vorzeitig abgebrochen. Die Abbruchquote beläuft sich im Mittel auf 25,3%, wobei zwischen den Geschlechtern kaum Unterschiede auszumachen sind; die Quote der männlichen Studierenden liegt bei 24,3% und die der weiblichen Studierenden bei 27,1%. Vergleichen wir diese Abbruchquoten mit denen der Diplomstudiengänge in der Mathematik am Standort Duisburg (vgl. Abschnitt 4.3.2.1), so lassen sich keine Veränderungen feststellen.

Durch den Umstand bedingt, dass Wirtschaftsmathematik und Technomathematik erst seit dem Wintersemester 2008/2009 als Bachelorstudiengänge angeboten werden, gibt es viele Studierende, die vorher im Profil 80:20 ihr Studium begonnen haben und anschließend in eines der beiden 60:40 Profile gewechselt sind. Auch in den Semestern

danach lässt sich eine hohe Wechselfrequenz zwischen den Bachelorstudiengängen beobachten. Von den 49 Fachwechseln, die bisher insgesamt stattgefunden haben, erfolgten 25 innerhalb der Mathematik. Vom Bachelorstudiengang Mathematik wechselten elf Studierende (vier Männer und sieben Frauen) in den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik und sieben (zwei Männer und fünf Frauen) in den Bachelorstudiengang Technomathematik. Es muss bemerkt werden, dass nur Wechsel vom Profil 80:20 in das Profil 60:40 zu beobachten sind, aber nicht umgekehrt. Außerdem haben sich weitere sieben Studierende entschieden, das Bachelorstudium der Mathematik aufzugeben und stattdessen Mathematik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen zu studieren.

Dadurch, dass diese Studierenden zwischen den Bachelorstudiengängen der Mathematik gewechselt haben und wahrscheinlich die bisher absolvierten Fachsemester für den neuen Bachelorstudiengang angerechnet bekommen haben, können all diese Fachwechsler über das Informationssystem SuperX nicht weiter verfolgt werden. Erst bei Bestehen der Bachelorprüfung tauchen diese Studierenden in der Absolventenstatistik wieder auf und es ist uns dann möglich, über Zurückrechnen das Semester zu bestimmen, in dem diese ihr Fachstudium ursprünglich aufgenommen haben müssen.

Am Standort Essen kann ausschließlich der Bachelorstudiengang Mathematik im Profil 80:20 mit den Anwendungsfächern Informatik, Modellierung und Simulation in den Ingenieurwissenschaften, Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre, Chemie und Physik studiert werden. Wie bereits zuvor für die Bachelorstudiengänge der Mathematik am Standort Duisburg beschränken wir uns für den Bachelorstudiengang in Essen auf eine Übersicht, die uns für die jeweiligen Semester aufzeigt, wie viele Studierende noch immatrikuliert sind, wie viele sich exmatrikuliert haben und wie viele den Studiengang gewechselt haben. Eine solche Übersicht für den Standort Essen ist in Tabelle 4.14 dargestellt.

In dem fünf Semester umfassenden Zeitraum haben sich insgesamt 148 Anfänger in Essen für den Bachelorstudiengang Mathematik eingeschrieben. Im Durchschnitt entscheiden sich 29 Studierende pro Semester für dieses Studium in Essen; davon sind 19 männlich und 10 weiblich.

Verglichen mit dem Standort Duisburg erfolgen in Essen wesentlich weniger Wechsel innerhalb der mathematischen Studiengänge. Obwohl in Essen nur das Profil 80:20 angeboten wird, ist es dennoch möglich, sich in das Profil 60:40 umzuschreiben; allerdings müssen dann zum Teil Veranstaltungen am anderen Standort besucht werden. Insgesamt haben sich drei der 25 Studiengangwechsler entschieden, in den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik im Profil 60:40 zu wechseln. Die restlichen Wechsel erfolgten in fachfremde Studiengänge der Universität.

Semester		Anfänger im 1. FS	noch Imma- trikulierte	Abbrecher	Fach- wechsler
WS 2007/2008	m	12	5	4	3
	w	8	4	2	2
	Σ	20	9	6	5
SS 2008	m	21	5	8	8
	w	12	1	7	4
	Σ	33	6	15	12
WS 2008/2009	m	24	16	6	2
	w	8	4	2	2
	Σ	32	20	8	4
SS 2009	m	19	9	8	2
	w	11	3	6	2
	Σ	30	12	14	4
WS 2009/2010	m	20	19	1	0
	w	13	9	4	0
	Σ	33	28	5	0
Zusammen	m	96	54	27	15
	w	52	21	21	10
	Σ	148	75	48	25

Tabelle 4.14.: Übersicht Bachelorstudiengänge Mathematik am Standort Essen

Nach den ersten beiden Fachsemestern haben 13 männliche und 9 weibliche Studierende das Fach gewechselt; dies entspricht Studiengangwechselquoten von 13,5% bei den Männern und 17,3% bei den Frauen. Im Schnitt wenden sich 14,9% der Bachelorstudierenden im Fach Mathematik bereits nach dem ersten Studienjahr einem anderen Studiengang zu. Wir ziehen nun die Fachwechselquoten des Diplomstudiengangs Mathematik am Standort Essen hinzu und vergleichen diese Werte mit denen des Bachelorstudiengangs. Wir müssen feststellen, dass sich die Fachwechselquoten von 7,7% im Diplom auf 14,9% erhöht und sich folglich verdoppelt haben.

Als Nächstes wenden wir uns den Abbrechern am Standort Essen zu. Innerhalb der ersten beiden Fachsemester haben 22 männliche und 19 weibliche Studierende ihr Bachelorstudium der Mathematik aufgegeben und sich exmatrikuliert. Die Abbruchquoten belaufen sich bei den Männern auf 22,9% und bei den Frauen auf 36,5%; im Schnitt brechen nach dem ersten Studienjahr 27,7% der Studierenden ihr Bachelorstudium der Mathematik ab. Vergleichen wir diese Quoten mit denen des Diplomstudiengangs, so stellen wir fest, dass die Werte beider Geschlechter sich nicht verändert haben und demnach im Bachelorstudiengang in den ersten beiden Fachsemestern in Essen das gleiche Abbruchverhalten zu beobachten ist wie im alten Diplomstudiengang.

Da die Bachelorstudiengänge an der Universität Duisburg-Essen erst vor Kurzem eingeführt worden sind, beschränken sich unsere Betrachtungen auf die ersten beiden

Fachsemester. Die Abbruchquoten und Studiengangwechselquoten für das erste Studienjahr – sofern letztere unter Ausschluss der Wechsel zwischen den Bachelorstudiengängen der Mathematik berechnet werden – in den Bachelorstudiengängen in Duisburg liegen in der gleichen Größenordnung wie die der Diplomstudiengänge. Am Standort Essen sind die Abbruchquoten im Bachelorstudiengang gegenüber dem Diplomstudiengang Mathematik gleich geblieben. Die Studiengangwechselquoten für das erste Studienjahr sind im Bachelorstudiengang jedoch doppelt so hoch wie im Diplomstudiengang.

4.5. Zwischenresümee

In diesem Kapitel haben wir uns eingehend mit der Entwicklung in den Fachstudiengängen an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen befasst und haben auf Basis von hochschulinternem Datenmaterial Studienabbruch- und Studiengangwechselquoten berechnet. Dabei haben wir nach den beiden Hochschulstandorten Duisburg und Essen differenziert und zusätzlich diese Quoten sowohl für die alten Diplomstudiengänge als auch für die neuen Bachelorstudiengänge ausgewiesen.

Ein Vergleich der Studiengangwechsel- und Studienabbruchquoten nach dem zweiten Fachsemester der Diplomstudiengänge mit denen der Bachelorstudiengänge an der Fakultät für Mathematik zeigt, dass sich die Quoten auf einem ähnlichen Niveau befinden bzw. in Essen nach der Umstellung auf die Bachelorstudiengänge sogar angewachsen sind. Wir können festhalten, dass zwei von fünf Studienanfängern innerhalb des ersten Studienjahres ihr Fachstudium der Mathematik an der Universität Duisburg-Essen abbrechen und sich exmatrikulieren oder den Studiengang wechseln.

Es bleibt aber abzuwarten, ob sich im weiteren Studienverlauf die Abbruch- und Studiengangwechselquoten in den Bachelorstudiengängen von denen der Diplomstudiengänge unterscheiden oder ob diese weiterhin in der gleichen Größenordnung liegen.

Die durch den Bologna-Prozess initiierte Umstellung der alten Diplomstudiengänge auf die konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengänge sollte unter anderem dazu genutzt werden, den Studienabbruch zu reduzieren. Da der Studienabbruch in den Studienfächern der Mathematik häufiger als in anderen Studienfächern vorkommt⁴, hätten die mathematischen Fakultäten die Umstrukturierung als Chance auffassen müssen, um genau dieses Ziel zu erreichen. Stattdessen wurde vielmals – so wie auch an der Universität Duisburg-Essen – versucht, dass Diplomstudium in die neue Bachelor und Masterstruktur zu zwingen, ohne dabei allzu große Änderungen des Curriculums vorzunehmen.

⁴Vgl. unsere Analysen in Kapitel 3.

Durch unsere Untersuchungen im Rahmen dieser Fallstudie haben wir nachgewiesen, dass das Phänomen der hohen Studienabbruch- und Studiengangwechselquoten vor allem innerhalb des ersten Studienjahres an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen ein nicht wegzudiskutierendes Problem darstellt. Diesen Umstand nehmen wir als Ausgangspunkt für unsere weiteren Betrachtungen. Wir haben Handlungsbedarf an der eigenen Fakultät identifiziert und werden deshalb an der eigenen Hochschule sowie den übrigen Universitäten der Universitätsallianz Metropole Ruhr⁵ Studienanfänger der Mathematik zunächst vor Studienbeginn und anschließend gegen Ende des ersten Fachsemesters befragen, um dadurch Studierendentypen mit unterschiedlich hoher Studienabbruchgefährdung zu identifizieren. Darüber hinaus werden wir basierend auf den Ergebnissen unserer Untersuchung Maßnahmen zur Senkung des Studienabbruchs vorschlagen.

⁵Die darin enthaltenen Universitäten sind neben der Universität Duisburg-Essen die Ruhr-Universität Bochum und die Technische Universität Dortmund.

5. Studienabbruch und Studienfachwechsel – Forschungsstand

In der Forschung existieren viele Untersuchungen zum Studienabbruch, die sich mit den Ursachen von Studienabbrüchen beschäftigen. Dabei ergeben sich jedoch die verschiedenartigsten und zum Teil sogar widersprüchlichsten Ergebnisse. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Studien hinsichtlich ihrer Datengrundlagen, Begriffsdefinitionen¹, methodischen Vorgehensweisen, Auswertungsverfahren und der verwendeten theoretischen Erklärungsansätze sehr heterogen sind. Dies alles bedingt naturgemäß die unterschiedlichsten Befunde für die Ursachen von Studienabbrüchen.

Wir geben zunächst einen Überblick über die vorhandenen Untersuchungen zum Studienabbruch und Studienfachwechsel (vgl. Abschnitt 5.1) und stellen die bekanntesten Erklärungsmodelle für Studienabbrüche vor (vgl. Abschnitt 5.2). Anschließend erörtern wir die wichtigsten in der Pädagogischen Psychologie thematisierten Prädiktoren und diskutieren deren Bedeutung für Studienabbrüche und Studienfachwechsel in mathematischen Studiengängen (vgl. Abschnitt 5.3). Abschließend beschreiben wir die mathematikdidaktische Diskussion über Studienabbrüche und Studienfachwechsel mit besonderem Fokus auf die Studieneingangsphase, welche in den letzten beiden Jahrzehnten immer öfter Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen ist. Diese Ergebnisse über die in der Forschung sogenannte *Secondary-Tertiary-Transition* werden in Abschnitt 5.4 vorgestellt.

5.1. Studienabbruch- und Studienfachwechseluntersuchungen

Eine Vielzahl von Studien fokussiert den Studienabbruch² (Hartwig (1986), Heinrich (2008), Jonkmann (2005), Kolland (2002)), während andere Studien den Studienfachwechsel analysieren (Spiess (1997, 1999), Weck (1991)). Andere Untersuchungen wiederum befassen sich sowohl mit dem Studienabbruch als auch mit dem Studienfachwechsel (Gold & Kloft (1991), Rindermann & Wagner (2003)); teilweise beschränken

¹ Vgl. unsere Ausführungen in Kapitel 2.

² Dabei darf nicht übersehen werden, dass den Studien jeweils ein anderes Begriffsverständnis des Studienabbruchs zugrunde liegt.

sich die Betrachtungen dann aber auf eine Hochschule (Bornmann & Daniel (1999), Wellhöfer (2003), Wittenberg & Rothe (1999)). Ebenso gibt es Studien, die ausschließlich den Studienabbruch adressieren und die sich auf eine Hochschule (Hell et al. (2008), Zimmermann (2008)) bzw. auf eine bestimmte Hochschulgruppe (z.B. Gesk (1999) an pädagogischen Hochschulen oder Gensch & Sandfuchs (2007) an Fachhochschulen) beschränken.

Uns ist an einer eingehenden Analyse der Ursachen von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln in den mathematischen Fachstudiengängen gelegen. Daher ist für uns von besonderem Interesse, welche dem Fach Mathematik immanente Faktoren zu einer solchen Entscheidung beitragen und ob sich Verhaltensunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Abbrechern und Fachwechslern ausmachen lassen. Auch wenn uns eine Vielzahl an Studien zum Thema Ursachenforschung von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln mit den diversesten Befunden vorliegt, liefert uns dennoch keine Antworten auf diese Fragen.

In den seltensten Fällen werden einzelne Studiengänge in den Fokus genommen. So finden sich beispielsweise Untersuchungen über Studierende der Soziologie (Meinefeld (2007)), der Psychologie (Moosbrugger & Reiß (2005)) oder über Studierende einer Technischen Fakultät (Meinefeld (1999)), aber keine Studie adressiert bisher ausschließlich die Mathematik³. Darüber hinaus erfolgt lediglich in wenigen Fällen eine Differenzierung in *frühe* und *späte* Abbrecher und Fachwechsler (Schindler (1997, 1999), Kolland (2002)). Dennoch ist es laut Schindler (1999, S. 164) naheliegend, „davon auszugehen, daß bei Studierenden, die ihr Studium im 1. oder 2. Fachsemester abbrechen (‘frühe’ Abbrecher), andere Ursachen/Ursachenbündel überwiegen als bei Studentinnen und Studenten, die ihr Studium in späteren Semestern [...] abbrechen“.

5.2. Theoretische Erklärungsansätze

„Seit den Anfängen der Studienabbruchforschung besteht die Forderung nach einer übergreifenden theoretischen Konzeptionalisierung des Phänomens. Eine Theorie des Studienabbruchs existiert bislang nicht, dennoch sind verschiedene theoretische Erklärungsansätze vorhanden“ (Schröder-Gronostay (1999), S. 217). Eines der ältesten Erklärungsmodelle stammt von Tinto (1975)⁴ und ist für das amerikanische Hochschulsystem konzipiert worden. Zu den im deutschen Sprachraum bekanntesten Theorien zählt das Studienabbruchmodell der HIS GmbH.

³Dies mag damit zusammenhängen, dass eine Soziologie der Mathematik bisher noch nicht existiert (vgl. Heintz (2000)).

⁴Ein etwas älteres Modell stammt von Spady (1970). Weil das Modell von Tinto dem von Spady sehr ähnlich, aber zugleich umfassender ist, verzichten wir an dieser Stelle auf eine Präsentation von Spadys Modell.

Neben diesen sehr bekannten Modellen existieren noch weitere, weniger gebräuchliche Theorien (Thiel et al. (2006, 2007, 2008), Habacher (2008)), die nach Gold (1999) drei Arten von Modellansätzen zur Erklärung und Prognose von Studienabbrüchen zugeordnet werden können. Diese drei Arten sind:

- Konflikt- und handlungstheoretische Modelle

Das Phänomen des Studienabbruchs wird aus den Intentionen, Handlungen und Interaktionen des Individuums sowie aus Widersprüchen von Interessen, Zielsetzungen und Erwartungen erklärt.

- Modelle der sozialen und akademischen Integration

Der Studienabbruch wird durch soziale Kontakte an der Universität, durch Unterstützungsangebote, Betreuung sowie Integration der Studierenden in studentische Netzwerke erklärt.

- Sozialisationstheoretische Modelle

Es wird der Einfluss des Studiums auf den Sozialisierungsprozess an der Hochschule und somit der Einfluss auf das Hineinwachsen des Individuums in die Gesellschaft an der Universität als Erklärung für Studienabbrüche herangezogen.

Neben diesen Modellen existiert eine Vielzahl an Studien, in denen Abbruchgründe isoliert und kategorisiert werden (z.B. Gold (1988, 1999), Koch (1999), Messing (2006), Pohlenz & Tinsner (2004), Wittenberg & Rothe (1999)). Mischau & Blunck (2006) unternehmen einen solchen Gliederungsversuch für die mathematischen Studiengänge; auf diese Untersuchungen gehen wir in Kapitel 5.3 näher ein.

Zunächst stellen wir die Modelle von Tinto und der HIS GmbH vor und werden anschließend einen Überblick über die in der Literatur wichtigsten Prädiktoren für den Studienabbruch und Studienfachwechsel geben.

5.2.1. Studienabbruchmodell von Tinto

Tintos Modell des Studienabbruchs basiert auf den Theorien von Durkheim (1897)⁵, die den Einfluss der Gesellschaft auf das Individuum beschreiben. Durkheim entwickelte eine soziologische Erklärung für das Phänomen des Suizids, das traditionell als individualpsychologisches Problem angesehen wurde. Dabei unterscheidet er vier Grundtypen, welche die Stellung des Individuums in der Gesellschaft sowie das Verhältnis von Individuum und Gesellschaft beschreiben.

⁵David Emile Durkheim, 1858-1917, französischer Soziologe, gilt als einer der Begründer der empirischen soziologischen Wissenschaft.

Diesen soziokulturellen Ansatz legt Tinto seinem Modell⁶, in dem die Integration des Individuums eine zentrale Bedingung für den Verbleib an der Hochschule darstellt, zugrunde. Tinto differenziert dabei zwischen akademischer und sozialer Integration. Die soziale Integration spiegelt sich in den Kontakten zu Kommilitonen (*Peer-Group Interactions*) und zu Hochschulangehörigen (*Faculty Interactions*) wider. Demgegenüber ist die akademische Integration geprägt durch Prüfungsleistungen (*Grade Performance*) und durch die eigene intellektuelle Entwicklung (*Intellectual Development*). Beide Integrationsebenen bedingen einander und beeinflussen die Zielvorstellungen und die Bindung des Individuums auf akademischer (*Goal Commitment*) und sozialer Ebene (*Institutional Commitment*). Diese bestanden bereits vor Studienbeginn und wurden durch den familiären Hintergrund (*Family Background*), die Persönlichkeitsmerkmale (*Individual Attributes*) und die Schulerfahrungen (*Pre-College Schooling*) geformt. Natürlich können sich die Haltungen des Individuums gegenüber diesen Zielvorstellungen im Studienverlauf ändern. Je nachdem, ob sie stärker oder schwächer werden, wird das Studium fortgesetzt oder abgebrochen. In Abbildung 5.1 ist Tintos Modell des Studienabbruchs schematisch dargestellt.

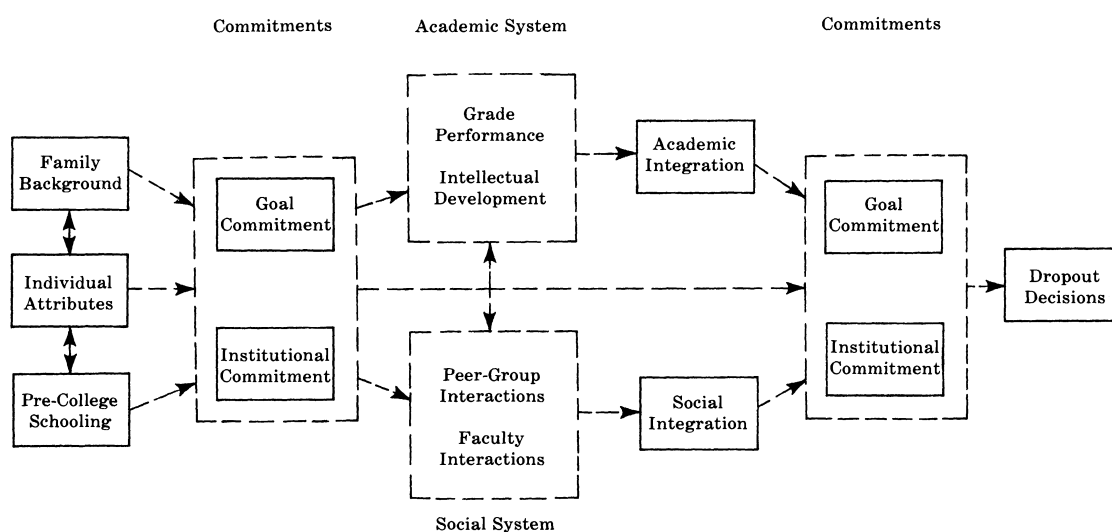


Abbildung 5.1.: Tintos Studienabbruchmodell (Quelle: Tinto (1975), S. 95)

Tintos Modell ist das erste, das eine Differenzierung in freiwillige und unfreiwillige Abbrecher sowie eine Unterscheidung von Abbrechern, Fach- und Hochschulwechsellern zulässt. Allerdings hat dieses Modell für Deutschland nur geringe Aussagekraft, da es von Tinto speziell für amerikanische Hochschulen konzipiert wurde, an denen Studenten üblicherweise auf dem Campus wohnen und dort auch ihre Freizeit verbringen.

⁶Vgl. Tinto (1975, 1982, 1988).

gen und somit auch dort ihre sozialen Kontakte pflegen, während dies an deutschen Universitäten nicht vorgesehen ist.

5.2.2. Studienabbruchmodell von HIS

Die HIS GmbH versteht den Studienabbruch als ein komplexes Phänomen (vgl. Heublein et al. (2002b), S. 5), das sich über einen längeren Zeitraum erstreckt und sich nicht allein auf die Situation kurz vor der Exmatrikulation beschränkt. In diesem Prozess werden das Studium und dessen Vorlaufphase als Ganzes betrachtet, um alle wesentlichen Einflussfaktoren für eine Abbruchentscheidung berücksichtigen zu können.

Bei der Analyse des Studienabbruchprozesses, der in Abbildung 5.2 dargestellt ist, unterscheidet HIS zwischen Bedingungsfaktoren und Studienabbruchmotiven. „Als Bedingungsfaktoren sind dabei äußere (schulische Vorbereitung, Studienbedingungen, finanzielle Situation etc.) und innere (psychische/physische Stabilität, Fachneigung, Leistungsfähigkeit) Merkmalskonstellationen in der Studien- und Lebenssituation zu verstehen, die das Risiko des Studienabbruchs erhöhen“ (Heublein et al. (2009), S. 13). Die einzelnen Bedingungsfaktoren führen aber weder direkt noch unmittelbar zu einer Abbruchentscheidung. Vielmehr entstehen aus dem Zusammenspiel mehrerer Bedingungsfaktoren Motive, die schließlich die Entscheidung zum Studienabbruch bewirken.

Auch wenn in den meisten Fällen eine Abbruchentscheidung nicht durch ein Motiv allein bestimmt wird, so gibt es doch häufig einen ausschlaggebenden Grund. Heublein et al. (2009, S. 17) kategorisieren diese Gründe wie folgt:

- Motive, die auf zu hohe Leistungsanforderungen hinweisen
- Motive, die auf finanziellen Problemlagen beruhen
- Motive, die sich aus nicht bestandenen Zwischen- und Abschlussprüfungen ergeben
- Motive, die mit mangelnder Studienmotivation in Beziehung stehen
- Motive, die auf unzulänglichen Studienbedingungen basieren
- Motive, die auf eine berufliche Neuorientierung hinweisen
- Motive, die familiären bzw. persönlichen Problemlagen entspringen
- Studienabbruch aus Krankheitsgründen

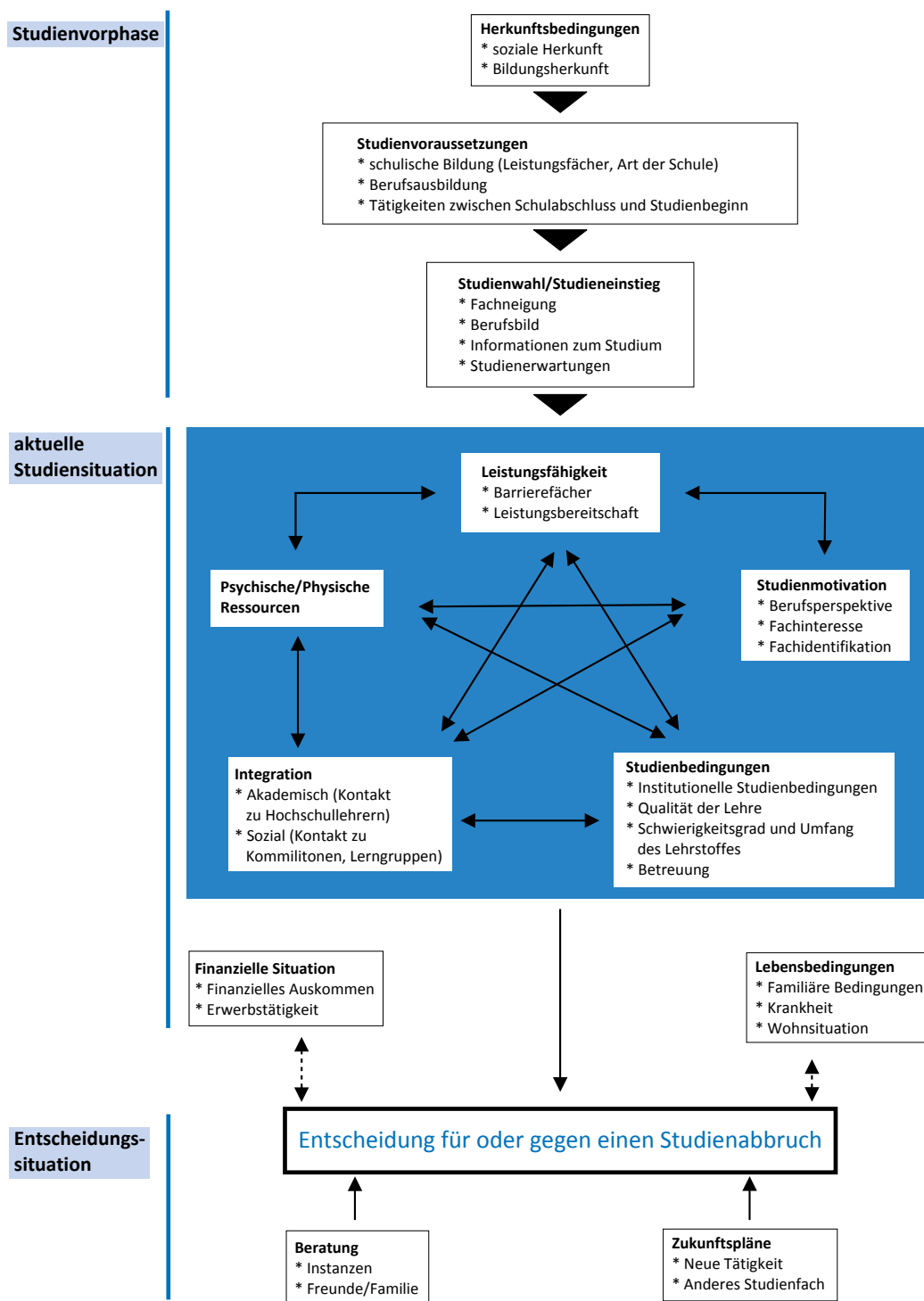


Abbildung 5.2.: Modell des Studienabbruchprozesses nach HIS (Quelle: Heublein et al. (2009), S. 14)

„Ob der Studienabbruch in einer frühen oder späteren Phase des Studiums erfolgt, stellt ein bedeutendes Merkmal bei der Analyse des Studienabbruchs dar. Die Studiendauer

bis zum Abbruch des Studiums gibt Aufschluss über das Wirken der die Exmatrikulationsentscheidung bestimmenden Faktoren“ (Heublein et al. (2009), S. 47). Es ist somit davon auszugehen, dass frühe und späte Exmatrikulationen im Allgemeinen auf ganz unterschiedlichen Motiven beruhen.

Die Untersuchungen der HIS GmbH ergeben, dass sich in der Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften 38% der Studienabbrecher bereits in den ersten beiden Hochschulseestern⁷ exmatrikulieren. Heublein et al. (2002b, S. 41) begründen dies folgendermaßen: „Ursache hierfür ist zum einen der überdurchschnittliche Anteil von Studienabbrechern, die mit falschen Vorstellungen in diese Fächer geströmt sind. Auf nahezu zwei Drittel der entsprechenden Abbrecher trifft dies zu.“

Nach den Analysen von Heublein et al. (2002b, S. 43) sind frühe Studienabbrecher „in erster Linie aufgrund mangelnder Studienmotivation, die auf falschen Vorstellungen und Erwartungen oder nachlassendem Fachinteresse beruht, aus dem Hochschulsystem ausgeschieden“. Diese Ergebnisse gelten allerdings für sämtliche frühe Abbrecher und es erhebt sich die Frage, ob frühe Abbrecher in den mathematischen Studiengängen andere Abbruchmotive haben als frühe Abbrecher anderer Studiengänge. Eine Antwort auf diese Frage bleibt HIS leider schuldig.

5.3. Prädiktoren des Studienabbruchs und Studienfachwechsels

In der Literatur werden viele unterschiedliche Variablen untersucht, die die Entscheidung für einen Studienabbruch oder einen Studienfachwechsel beeinflussen können. In den nachfolgenden Abschnitten werden wir diese Prädiktoren⁸ näher vorstellen; wir beschränken uns dabei auf solche, die von Seiten des Bildungssystems in Form der Schulen und Hochschulen beeinflusst werden können.

5.3.1. Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse

„In Mathematik [...] ist die fundamentale Relevanz mathematischen Wissens unbestritten und dürfte auch der entscheidende Prädiktor für den Studienerfolg sein“. Mit dieser Aussage untermauern Schulz & Niebergall (1996, S. 218) die Wichtigkeit der schulischen Vorbereitung für ein mathematisches Studium. Allerdings werden von Hochschullehrern vielfach die schlechten Vorkenntnisse und fehlenden Fähigkeiten

⁷Entgegen unserem Verständnis, dass Studienanfänger Studierende im ersten Fachsemester sind, fasst HIS Anfänger als Studierende im ersten Hochschulseestern auf.

⁸Trost & Bickel (1979) gehörten zu den ersten, die in Deutschland mit Hilfe von Prädiktoren Kriterien für den Studienerfolg bestimmt und untersucht haben.

der Studienanfänger bemängelt (Baumert et al. (2001), Gartz et al. (1999), Hoyles et al. (2001), Huber (2009), Ingenkamp (1986), Kajander & Lovric (2005), Konegen-Grenier (2002), Kütting (1982), Rindermann & Oubaid (1999), Schott et al. (2007), Schulz & Niebergall (1996)). Aber nicht nur von Seiten der Hochschule werden über mangelnde Kenntnisse Klagen laut; auch die Betroffenen selbst sind sich dieses Defizits bewusst. So berichten Heublein et al. (2009, S. 67): „In Mathematik und Naturwissenschaften sowie in den Ingenieurwissenschaften zeigt sich die Bedeutung der schulischen Vorbereitung für das erfolgreiche Beenden eines Studiums besonders deutlich. In beiden Fächergruppen ist der Anteil der Studienabbrecher, die sich schlecht durch die Schule auf das Studium vorbereitet fühlen, etwa doppelt so hoch wie bei den Absolventen.“

Vielfach schätzen Studierende zu Studienbeginn ihre in der Schule erworbenen Mathematikkenntnisse als für ein Mathematikstudium ausreichend ein (WSW (2008)). Im Laufe des ersten Studienjahres wird diese Einschätzung⁹ oftmals revidiert (Curdes et al. (2003a)) und die Studierenden¹⁰ „attestieren dem Unterricht im Schulfach Mathematik im Nachhinein jedoch vergleichsweise selten ein hohes Anspruchsniveau“ (Briedis et al. (2008), S. 29).

Dieses Phänomen wird oft durch Schulreformen und ständige Änderungen in den Schulcurricula begründet (Filipsson & Thunberg (2008), Heldmann (1984), Hockman (2005)). Es werden Themengebiete gestrichen, neue Felder hinzugenommen und dadurch entsteht ein Unterschied zur Hochschulmathematik, da hier größtenteils die Anforderungen an Studienanfänger in den Grundvorlesungen in den letzten Jahrzehnten unverändert geblieben sind (Tietz & Oberschelp (1998)). Darüber hinaus wird Kritik an der Natur des Mathematikunterrichtes geübt. Henn & Kaiser (2001, S. 361) beschreiben die ursprüngliche Ausrichtung des Mathematikunterrichts nach Humboldt wie folgt: „Humboldt weist der Mathematik im Schulunterricht des Gymnasiums eine ausgewiesene Rolle zu, dabei ging es ihm um das Verständnis der Zusammenhänge. Die mechanische Vermittlung unverstandener Formeln ohne tiefere Einsicht in Begründungen lehnte er ab.“ Von dieser Idealvorstellung bleibt die Schulrealität aber weit entfernt. Mathematikunterricht wird vielmehr als Orientierung am Kalkül angesehen, was sich in der Beschränkung auf Routineaufgaben, Basiswissen und Beherrschung von Verfahren manifestiert (Borneleit et al. (2001), Henn & Kaiser (2001)).

Aufgrund des oft nicht nachhaltig gestalteten Mathematikunterrichts bieten sich den Hochschullehrern zu Studienbeginn unbefriedigende und stark streuende Kenntnisse der Studienanfänger dar (Schott et al. (2007)). Diese Wissensdefizite sind nicht aus-

⁹Nach Apel (1998) ist es nicht unkritisch, aber notwendig zu sehen, dass Studierende gebeten werden, retrospektiv ihre Schulerfahrungen einzuschätzen.

¹⁰Anmerkung des Autors: Gemeint sind sowohl Absolventen als auch Abbrecher.

schließlich subjektiv empfundene Wahrnehmungen, sondern spiegeln sich auch in Ergebnissen von Studieneingangstests wider. Berger & Schwenk (2006) führten von 1995 bis 2005 stets den gleichen Eingangstest durch, in dem Kenntnisse bis zum zehnten Schuljahr abgefragt wurden. Sie konnten feststellen, dass die Testleistungen im Zeitverlauf immer schlechter wurden. Diese Ergebnisse werden ebenfalls durch eine Untersuchung von Büning (2004) bestätigt. Trotz Eingangstests, die von einzelnen Hochschulen durchgeführt werden, wird bemängelt, dass es kein Messinstrument für die Mathematik-Kompetenz gibt wie beispielsweise den TOEFL-Test in Englisch (Huber (2009)). Darüber hinaus muss angemerkt werden, dass vielfach die mangelnden Kenntnisse der Studienanfänger kritisiert werden und die unterschiedlichsten Eignungstests (Polaczek & Henn (2007, 2008)) und Studierendenauswahlverfahren (Moosbrugger et al. (2006)) erprobt werden, es aber dennoch nirgendwo einheitliche Standards gibt, die festlegen, welche Fähigkeiten für ein Studium der Mathematik erwartet werden (Heymann (1996)).

Durch den Schulunterricht ist den Studienanfängern ein bestimmtes „Weltbild“ der Mathematik vermittelt worden, das Einfluss auf die Erwartungen an das Studium und die Studieninhalte hat. Die epistemologischen Überzeugungen über Mathematik können nach verschiedenen Gesichtspunkten gegliedert werden (Oikkonen (2004), Törner & Grigutsch (1993)), die erst zusammengekommen ein komplettes Bild der Mathematik liefern. Das Weltbild „von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe ist die schematisch-algorithmische Ausrichtung der Mathematik und des Mathematikunterrichts“ (Baumert et al. (2000), S. 65). Crawford et al. (1998) bemängeln, dass 75% der Mathematikstudierenden ein bruchstückhaftes Bild („fragmented body of knowledge“ – Mathematik als Zahlen, Regeln und Formeln) der Mathematik haben und lediglich ein Viertel ein zusammenhängendes Bild („cohesive view of mathematics“ – Mathematik bietet Einsichten, um die Welt zu verstehen) der Mathematik besitzt. Dies steht im Kontrast zu dem Weltbild, das Hochschullehrer von Mathematik haben (Grigutsch & Törner (1998)) und das diese zumeist auch bei ihren Studenten als gegeben betrachten bzw. von diesen erwarten. Nach Grigutsch & Törner (1998) verstehen Hochschullehrer der Mathematik diese als eine Vereinigung beider Sichtweisen; demzufolge ist Mathematik sowohl ein System als auch ein Prozess.

Während der Schulzeit und in der Studieneingangsphase lassen sich bei den Mathematikleistungen signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern und der Einschätzung der Bedeutung der eigenen Fähigkeiten für Erfolg feststellen (Curdes et al. (2003a), Köller et al. (2000)). Demnach besitzen männliche Studierende gute Voraussetzungen für ausdauerndes Leistungsverhalten, was bei weiblichen Studierenden wesentlich geringer ausgeprägt ist. Hierin könnte eine mögliche Erklärung dafür liegen, dass während des ersten Studienjahres mehr weibliche als männliche Studierende das

begonnene Mathematikstudium vorzeitig beenden.

Heublein et al. (2009) kommen zu dem Ergebnis, dass auch dem Schultyp, auf dem die Hochschulzugangsberechtigung erworben wurde, Bedeutung zugemessen werden muss. Sie stellen fest, dass Studienabbrecher häufiger von Gesamtschulen, Fachgymnasien und Oberschulen stammen; demgegenüber sind Abiturienten eines Gymnasiums weniger abbruchgefährdet.

In der Oberstufe werden die drei Themengebiete Analytische Geometrie, Analysis und Stochastik behandelt. Schulz & Niebergall (1996, S. 217) legen dar, dass für den Studienerfolg Kenntnisse einzelner Gebiete wichtiger sind als die anderer: „Für die Mathematiker scheinen nach Expertenmeinung besonders Kenntnisse in Analytischer Geometrie für die erfolgreiche Bewältigung des Studiums von Bedeutung zu sein. Während Analysis [...] noch mäßige Bedeutung zugesprochen wird, scheinen Stochastikkenntnisse nahezu ohne Einfluss.“

Die in der Schule erworbenen Vorkenntnisse und das Niveau der bereits erworbenen Kompetenzen sind ein signifikanter Prädiktor für Lernleistungen (Schiefele et al. (2003)), der sich durch sein Facettenreichtum auszeichnet und dem bei der Analyse von Studienfachwechseln und Studienabbrüchen besondere Bedeutung zugewiesen werden muss.

5.3.2. Leistungskurswahl

Viele Studien (Abel (1994), Abele-Brehm et al. (2000), Briedis et al. (2008), Fries (2002), Hannover & Kessels (2004), Heine et al. (2006), Heublein et al. (2009), Köller et al. (2000)) beschäftigen sich mit der Wichtigkeit von Leistungskurswahlen in der Schule und den späteren Auswirkungen auf Studienfachwahlen und Studienerfolg bzw. -misserfolg. Alle kommen einhellig zu dem Ergebnis, dass die in der Oberstufe belegten Leistungskurse „als ein wichtiger Prädiktor für die Studienwahl und den späteren Studienerfolg der Abiturienten“ (Briedis et al. (2008), S. 23) gelten.

Es besteht vor allem in der Mathematik ein enger Zusammenhang zwischen Studienfachwahl und den in der Schule belegten Leistungskursen. Bei einer Befragung von Studierenden im Studienfach Mathematik, die von Fries (2002) durchgeführt wurde, gaben 97% an, dass sie in der Schule den Leistungskurs Mathematik gewählt hatten. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass „zwischen Leistungskurswahl und Studienerfolg ein unmittelbarer Zusammenhang besteht“ (Fries (2002), S. 41). Decken sich der Leistungskurs und das gewählte Studienfach inhaltlich, so wird in diesen Fällen laut Fries (2002) ein besserer Studienerfolg erzielt, als wenn kein Bezug zwischen Leistungskurs und Studienfach besteht.

Auch wenn der Einfluss des Leistungskurses auf die Wahl des Studienfaches unbestritten ist, geht dennoch die Meinung darüber auseinander, aus welchen Gründen der betreffende Leistungskurs gewählt worden ist. Abel (1994) spricht von einer „Kurswahl aus Interesse“, während Fries (2002, S. 46) der Meinung ist: „Mit der Wahl der Leistungskurse wurde primär das Ziel verfolgt, ein gutes Abitur zu erreichen, das alle Studienmöglichkeiten offen hält.“

Nach Hannover & Kessels (2004) kann aber davon ausgegangen werden, dass nur Schüler einen Leistungskurs in Mathematik wählen, die von jeher eine Affinität zu diesem Fach hatten. An dieser Stelle sehen sie ein Hindernis, um mehr Mathematikstudenten zu rekrutieren. Nach ihrer Auffassung wählen nur wenige Schüler einen Mathematik-Leistungskurs, weil mit dieser Wahl ein bestimmtes Image¹¹ verbunden ist und viele Schüler nicht so von ihren Mitschülern wahrgenommen werden möchten.

5.3.3. Abiturnote und Mathematiknote

Neben der Leistungskurswahl wird auch die Abiturnote als wichtiger Prädiktor für den Studienerfolg angesehen. Allerdings werden ihr unterschiedliche Bedeutungen zugemessen. So sehen Baron-Boldt et al. (1988), Blömeke (2009), Blüthmann et al. (2008), Hansmann et al. (2006), Höppel & Moser (1993), Lux (2007), Meinefeld (1999) und Voelke & Sander (2008) sie als besten Prädiktor an, während Rindermann & Wagner (2003) ihr lediglich eine schwache Relevanz attestieren. Hell et al. (2008) und Meier (2003) merken an, dass die Prognosekraft je nach betrachtetem Studienfach sehr unterschiedlich ausfallen kann. Schiefele et al. (2007, S. 138) konnten feststellen, „dass die Abbrecher im Schnitt über schlechtere Abiturnoten verfügen als die Weiterstudierenden“. Heublein et al. (2009) konstatieren, dass die Gefahr des Studienabbruchs umso geringer ist, je besser die Durchschnittsnote im Abitur ist. Brandstätter et al. (2006) und Fries (2002) kommen zu der selben Feststellung. Demgegenüber weisen Köller et al. (1999) darauf hin, dass mit gleichen Noten, die aber auf unterschiedlichen Schulformen erworben worden sind, unterschiedliche Leistungen korrespondieren können.

Rindermann & Oubaid (1999) halten es für falsch, die Durchschnittsnote im Abitur als einziges Kriterium für Studierfähigkeit und Studienerfolg heranzuziehen. Die Fächerkombinationen, die bei der Bildung der Abiturnote einfließen, sind sehr heterogen und stehen nicht immer in einem direkten Zusammenhang zu dem gewählten Studienfach. Stattdessen bilden vielmehr die Eingangsqualifikationen die zentrale Determinante des Studienerfolgs. Gold & Souvignier (2005, S. 215) sind der gleichen Meinung und kri-

¹¹ „The prototypic student approving of science was described as being less physically and socially attractive, less socially competent/integrated, less creative/emotional, but as more intelligent/motivated compared to [...] students disapproving of science subjects“ (Hannover & Kessels (2004), S. 60).

tisieren: „Der Abiturnotendurchschnitt gibt allerdings keinerlei Hinweise auf profilbildende Stärken und Schwächen, die als spezifische Studienvoraussetzungen für die einzelnen Fächer von großer Bedeutung sein können.“

Da uns die mathematischen Studiengänge interessieren, ist es naheliegend, zusätzlich als Prädiktor die Mathematiknote zu verwenden. Fries (2007) und Trapmann et al. (2007, S. 24) sehen dies ebenso und sagen: „Die beste Vorhersagemöglichkeit ergibt sich sowohl mit der Durchschnittsnote als auch mit der Mathematiknote für [das Studienfach] Mathematik [...]“. Brandstätter & Farthofer (2002) erkennen in ihren Untersuchungen auch einen engen Zusammenhang zwischen einer guten Mathematiknote und dem Studienerfolg. Für Schröder-Gronostay (1999, S. 225) „scheint ein direkter Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Studienerfolg zu bestehen. Je besser die Durchschnittsnote im Abitur oder die Note in Mathematik [...] ist, desto eher kann davon ausgegangen werden, dass das Studium auch erfolgreich abgeschlossen wird.“

5.3.4. Studienwahlmotive

Heublein et al. (2009) schließen in ihre Analysen rund um den Studienabbruch Studienwahlmotive ein. Dabei unterteilen sie diese in fünf Motivgruppen (vgl. Heublein et al. (2009), S. 53):

- intrinsische Motive
- extrinsische Motive
- soziale Motive
- fremdgeleitete Studienwahl
- fester Berufswunsch

Sie stellen fest, dass die Studienwahl in erster Linie intrinsisch motiviert ist. Andere Untersuchungen, wie die von Abele-Brehm et al. (2000), Briedis et al. (2008), Fries (2002) und Werkl (2008) bestätigen dieses Ergebnis. Erfolgt eine Studienfachwahl nicht aus Interesse für das jeweilige Fach, so erhöht sich laut Brandstätter et al. (2001) die Gefahr eines Studienfachwechsels.

Eine Befragung von Studierenden der Mathematik, die von Mischau & Blunck (2006) durchgeführt wurde, ergab, dass für die deutliche Mehrheit der Befragten Mathematik das Wunschfach gewesen ist. Zwar ist bei Studierenden, die ihr Wunschfach studieren, eine geringere Abbruchneigung auszumachen (Schröder-Gronostay (1999)), aber dies kann man nicht ohne Vorbehalt zur Kenntnis nehmen. Die Analysen von Brandstätter et al. (2001, S. 215) zeigen, „dass mit der Wahl eines Studiums, das in besonderem Maß

den eigenen Interessen entspricht, noch nicht garantiert ist, dass auch die dafür nötigen Fähigkeiten verfügbar sind.“ Die Wahl für ein Studienfach muss deshalb fundiert getroffen werden. Folglich liegen Gründe für einen Abbruch oder Studienfachwechsel unter anderem bereits in den Informationsdefiziten vor Studienbeginn (Blüthmann et al. (2008)).

Dementsprechend ist neben den Studienwahlmotiven ebenso von Bedeutung, auf welchen Grundlagen die Studienwahl erfolgte und in welchem Maß die Begabungen des Studienanfängers mit den Anforderungen des Studienfachs übereinstimmen (Heine et al. (2006), Herrmann (2002)). Brandstätter et al. (2002, S. 26) raten zusätzlich dazu, an Studienberatungstests teilzunehmen, um zu einer „treffenderen Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Interessen“ zu gelangen.

5.3.5. Informationsstand zu Studienbeginn

Informationsdefizite vor Studienbeginn bedingen laut Blüthmann et al. (2008) bereits Gründe für einen Studienabbruch. Bevor man ein Studium aufnimmt, ist es sinnvoll, Informationen darüber einzuholen. Dies betrifft in erster Linie Informationen über Studienbedingungen, Studienanforderungen, berufliche Aussichten, persönliche Voraussetzungen und fachliche Inhalte (vgl. Heublein et al. (2009)).

In ihren Analysen zur Erforschung von Abbruchursachen widmen sich Heublein et al. (2009, S. 154) auch den mathematischen Studiengängen und stellen fest: „Einige Studierende nehmen dieses Studium auf, ohne vorher ihre eigene Leistungsfähigkeit mit den Anforderungen des Studiums abzugleichen. Sie müssen meist schon zu einem frühen Zeitpunkt das Studium aufgeben. [...] Sie haben das Studium häufig mit falschen Erwartungen angetreten. [...] Ihre Vorstellungen vom Mathematikunterricht sind vor allem vom Schulunterricht geprägt gewesen und weniger von den wirklichen Inhalten des Studiums.“

Besonders hervorzuheben ist, dass sich der Mathematikunterricht in der Schule und ein Mathematikstudium an der Hochschule völlig voneinander unterscheiden. Dies führt bei unzureichendem Informationsstand häufig dazu, dass „das Studium völlig anders aussieht, als man es erwartet hat“ (Messing (2006), S. 292) und führt oftmals zu Fachwechseln oder Exmatrikulationen. Umgekehrt bedingt ein guter Informationsstand zu Studienbeginn eine stabile Studienwahl. Bornmann & Daniel (2003, S. 31) quantifizieren dies wie folgt: „... sich ausreichend vor der Immatrikulation über das Studium informiert zu haben, verringert das Wechselrisiko um 45 Prozentpunkte.“

Auch wenn Heublein et al. (2009) keinen Unterschied im Informationsstand zwischen Absolventen und Abbrechern ausmachen können, so sollte dennoch der Informations-

stand vor Studienbeginn als Prädiktor für die Prognose des Studienabbruchs und Studienfachwechsels berücksichtigt werden.

5.3.6. Teilnahme an Brückenkursen

Vor allem in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ist es Usus, vor Studienbeginn Brückenkurse anzubieten, die oftmals sehr stark in Länge und Form variieren. Dennoch werden sie als sehr hilfreich empfunden, um die Kenntnisstände der Studierenden vor Studienbeginn einander anzugleichen. „Da das Abitur, gleich aufgrund welcher Fächerkombination es erworben wurde, die allgemeine Hochschulzugangsberechtigung beinhaltet, sind die Universitäten, bzw. die jeweiligen Fakultäten mit einem ausgesprochen heterogenen Kenntnisspektrum konfrontiert“ (Schulz & Niebergall (1996), S. 212). Die sich dadurch ergebenden strukturellen und qualitativen Defizite können durch die Anfängervorlesungen nicht ausgeglichen werden (Leviatan (2008)), sondern sollen durch Brückenkurse aufgefangen werden.

Büning (2004) berichtet von einem Test, der vor Beginn und nach Ende eines Brückenkurses durchgeführt worden ist. Er konnte nachweisen, dass der Kurs dazu beigetragen hat, die Kenntnisse der Studienanfänger aufzufrischen und zu verbessern. Berger & Schwenk (2006) sprechen sich ebenfalls für Brückenkurse aus, bezeichnen diese aber parallel als „ein Tropfen auf den heißen Stein“ (S. 40). Die Analysen von Heublein et al. (2009) ergeben, dass Abbrecher und Absolventen gleichermaßen Brückenkurse in Anspruch nehmen.

Je nachdem, wie gut Brückenkurse konzipiert sind und durchgeführt werden, können sie sehr wirksam sein. Allgemein lässt sich jedoch schwer beurteilen, ob sie ein guter Prädiktor für den Studienfachwechsel und Studienabbruch sind.

5.3.7. Lernstrategien

Der Bruch im Übergang von Schule zu Hochschule, der vielfach in Studienabbrüchen und Studienfachwechseln endet, wird auch an den verwendeten Lernstrategien festgemacht (Gold & Kloft (1991)). Während in der Schule zumeist bewusst gezielt lediglich für Klassenarbeiten und Klausuren geübt und gelernt wird (Luk (2005)), werden von den Universitäten andere Lernanforderungen an die Studenten gestellt. Brandstätter & Farthofer (2003b, S. 60) beschreiben diesen Wechsel folgendermaßen: „Das von den Schulerfahrungen geprägte Lernverhalten muss im Laufe des ersten Semesters den noch ungewohnten, viel mehr Freiheit gewährenden Studienbedingungen angepasst werden.“ Einerseits müssen Studienanfänger lernen, ihr an der Schule antrainiertes Lernverhalten aufzugeben und selbstreguliert zu lernen (Koch (2006), Hockman

(2005)), und andererseits müssen sie überdies anfangen, effektive Studienstrategien zu verwenden.

Ineffektive Lernstrategien können laut Schröder-Gronostay (1999, S. 226) häufiger bei Studienabbrechern nachgewiesen werden. Schiefele et al. (2007) bestätigen, dass besonders zu Studienbeginn die verwendeten Lernstrategien einen signifikanten Effekt auf den Faktor Abbruch ausüben. Dabei ist die Zeit, die für das Lernen aufgewendet wird, von nachgeordneter Bedeutung (Boerner et al. (2005)).

Um einen Überblick über die Effektivität von Lernstrategien zu erhalten, werden diese in verschiedene Gruppen unterteilt. Wild & Schiefele (1994) schlagen eine Gliederung in kognitive, metakognitive und ressourcenbezogene Strategien vor. In der Praxis wird sich jedoch größtenteils auf eine Differenzierung in oberflächliche Lernstrategien (*surface learning*) und Tiefenlernstrategien (*deep learning*) beschränkt (Artelt (1999), Crawford et al. (1998), Kajander & Lovric (2005), Lind & Sandmann (2003), Schiefele & Schreyer (1994), Schiefele et al. (2003), Selden (2005), Van Rossum & Schenk (1984)).

Schiefele & Schreyer (1994) fanden heraus, dass intrinsische Lernmotivation signifikant mit der Verwendung tiefergehender Strategien korreliert, wohingegen extrinsische Lernmotivation signifikant mit der Verwendung oberflächlicher Strategien korreliert. Die Untersuchungen von Artelt (1999), Crawford et al. (1998) und Van Rossum & Schenk (1984) bestätigen diese Ergebnisse. Allerdings bleibt in den meisten Studien unklar, welche Lernstrategien oberflächlich sind und welche ein Tiefenverständnis fördern. Beispielsweise erachten Schiefele et al. (2003) Überwachungsstrategien im Rahmen selbstregulierten Lernens als sehr förderlich. Luk (2005) weist zudem auf die Wichtigkeit von Lerngruppen in mathematischen Studiengängen hin. Darüber hinaus merkt Anthony (2000) an, dass auch Vorlesungen Einfluss auf das Lernen ausüben; allerdings wurde dies in der Forschung bisher ungenügend betrachtet.

Artelt (2000) stellt fest, dass Strategien, die Studierende behaupten zu verwenden, und tatsächlich angewandte Strategien nicht zwingend übereinstimmen müssen. Nichtsdestotrotz muss bei der Analyse von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln der Prädiktor Lernstrategien in die Analyse mit einfließen.

5.3.8. Lehre an der Hochschule

Die Lehre an der Hochschule hat einen großen Einfluss auf den Studienfachwechsel und den Studienabbruch; allerdings muss dieser Prädiktor sehr detailliert betrachtet werden¹².

¹²Helmke & Krapp (1999) geben einen Überblick, welche Aspekte bei diesem Prädiktor berücksichtigt werden müssen.

Der erste Gesichtspunkt manifestiert sich in den Diskrepanzen zwischen den Studieninteressen des Studienanfängers und den tatsächlich im Studium behandelten Studieninhalten. „Offensichtlich wird im Verlauf des Studiums eine fehlende Übereinstimmung der eigenen Studieninteressen und der tatsächlich zu bearbeitenden Studieninhalte festgestellt“ (Pohlenz & Tinsner (2004, S. 116)). Dies wird auch in den Untersuchungen von Berweger et al. (2010), Curdes et al. (2007), Gold & Kloft (1991), Messing (2006), Brandstätter et al. (2006), Spies et al. (1998) und Winteler et al. (1988) angeführt. Dabei wird vielmals die „zu theoretische“ Ausrichtung des Studiums bemängelt (Berweger et al. (2010), Gold & Kloft (1991), Meinefeld (1999), Messing (2006)). Besonders in den Anfängervorlesungen, in denen es darum geht, die Grundlagen für das weitere Studium zu legen (Dueck (2007)), ist dies von besonderer Bedeutung. Meinefeld (1999, S. 98) berichtet: „Abbrecher beklagen wesentlich häufiger als Examinee, daß sie sich im Grundstudium mit Grundlagenwissen auseinandersetzen müssen und daß dabei der eigentliche Fachbezug verloren gehe, zudem erfahren sie den Lernstoff als zu theoretisch und zu abstrakt.“ Daraus resultieren Zweifel an der Sinnhaftigkeit des Studiums (Koch (2006)), die schließlich zu Studienfachwechseln und Studienabbrüchen führen (Brandstätter et al. (2006), Gold & Kloft (1991)).

Eng verbunden mit den Diskrepanzen zwischen Studienerwartungen und vermittelten Studieninhalten sind die Studienanforderungen. Pohlenz & Tinsner (2004, S. 123) bemerken dazu: „Die Einschätzung des Schwierigkeitsgrades der Lehrveranstaltungen stellt einerseits einen wichtigen Gradmesser für die wahrgenommene Studienbelastung der Studierenden dar.“ Diese Studienbelastung wird oftmals als zu hoch empfunden (Berweger et al. (2010), Fellenberg & Hannover (2006), Koch (2006), Spies et al. (1998)); dies ist besonders in den ersten Semestern des Mathematikstudiums zu beobachten, in dem „Leistungsproben [...] kontinuierlich zu erbringen sind“ (Heublein et al. (2009), S. 154). Meinefeld (1999, S. 99) kommt bei seiner Untersuchung an einer technischen Fakultät zu folgendem Ergebnis: „Abbrecher fühlen sich häufiger als Examinee an den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit und mit unnötigen Arbeiten belastet; die Prüfungsanforderungen erscheinen ihnen seltener als bewältigbar, und entsprechend häufiger berichten sie von Problemen, ihre Scheine zu erwerben.“

Ebenfalls von Interesse ist die Zeit, die für die Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und für die Besuche von Lehrveranstaltungen investiert wird, wobei dies aber nur selten Gegenstand von Studienabbruch- und Studienfachwechseluntersuchungen ist. Blüthmann et al. (2008) stellen bei Abbrechern ein geringeres Arbeitsengagement als bei Weiterstudierenden fest und Meinefeld (1999) kommt zu dem Schluss, dass Abbrecher den Arbeitsaufwand für ein Studium unterschätzt haben. Wittenberg & Rothe (1999, S. 120) beobachten, dass Fachwechsler und Exmatrikulierte „wöchentlich im Schnitt hoch signifikant mehr Zeit für das Studium investiert [...] haben als Studieren-

de“. Heublein et al. (2009) merken an, dass die für das Studium verwendete Zeit mit der Höhe der Erwerbstätigkeit in Bezug gesetzt werden muss. Erst dadurch erhält man ihrer Meinung nach ein Studienabbruchkriterium.

Weitere Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Einfluss der Lehrqualität¹³ auf eine Abbruch- oder Fachwechselentscheidung (Rindermann & Wagner (1998), Schiefele et al. (2007)). Dabei bestätigen Schiefele et al. (2007), dass die Lehrqualität Auswirkungen auf den Studienabbruch hat. Allerdings ist es nicht ohne weiteres möglich, objektiv die Qualität einer Lehrveranstaltung¹⁴ zu messen; Rindermann & Amelang (1994) und Rindermann & Wagner (1998) haben hierzu ein Modell entwickelt. Hierbei spielen vor allem die Gestaltung der Vorlesung sowie die Betreuung durch Dozenten und wissenschaftliche Mitarbeiter eine gewichtige Rolle. Studien kommen einhellig zu dem Befund, dass Abbrecher eine fehlende individuelle Betreuung durch die Lehrenden beklagen (Heublein et al. (2009), Meinefeld (1999)).

All diese geschilderten Gesichtspunkte beeinflussen und prägen die Lehre an der Hochschule und machen sie zu einem wichtigen Kernaspekt bei der Analyse von Beweggründen für Studienabbrüche und Studienfachwechsel.

5.3.9. Studienzufriedenheit

Studienzufriedenheit ist ein Sammelbegriff, der die unterschiedlichsten Aspekte eines Studiums beschreiben kann. So untersuchen Spies et al. (1996) und Westermann et al. (1996) die Zufriedenheit von Studierenden mit den Studieninhalten, den Studienbedingungen und der Bewältigung der Studienbelastung. Es muss beachtet werden, dass die sich bei einer Analyse ergebenden Zufriedenheitsfaktoren stark von der betrachteten Itemmenge abhängen (Westermann et al. (1996)).

Schiefele & Jacob-Ebbinghaus (2006) untersuchen Bedingungen der Studienzufriedenheit bei Psychologiestudenten im Hauptstudium und kommen zu dem Ergebnis, dass die Zufriedenheit von anderen Prädiktoren abhängig ist; dazu gehören unter anderem das Fachinteresse, die wahrgenommene Relevanz der Lehre, die Leistungsmotivation, die wahrgenommene Überforderung und die Belastungstoleranz. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Spies et al. (1998), die herausgefunden haben, dass Studienunzufriedenheit aus der erlebten Diskrepanz zwischen Anforderungen an den Studierenden im Studium und den Fähigkeiten des Studierenden resultiert.

¹³Engel (2000) macht darauf aufmerksam, dass es zur Beurteilung der Qualität der Lehre unumgänglich ist, zunächst festzulegen, worin diese Qualität besteht. Dies kann für die einzelnen Studienfächer sehr unterschiedlich ausfallen.

¹⁴Kromrey (1995, 2001) beschreibt Anforderungen, die bei der Evaluation der Lehre durch Studienbefragungen beachtet werden müssen.

Auch wenn Studienzufriedenheit sich aus dem Zusammenspiel anderer, bereits hier erläuteter Prädiktoren ergibt und unter den diversesten Gesichtspunkten betrachtet werden kann, so muss sie dennoch bei der Analyse von Beweggründen für Studienabbrüche und Studienfachwechsel berücksichtigt werden, denn es ist davon auszugehen, dass mit steigender Studienzufriedenheit das Abbruch- und Fachwechselrisiko sinkt.

5.3.10. Erwerbstätigkeit

Studierende sind oftmals gezwungen, neben ihrem Studium zu jobben, um ihren Lebensunterhalt zu finanzieren. Dies betrifft sowohl Abbrecher als auch Fachwechsler und Absolventen. In der Forschung gibt es kontroverse Ergebnisse darüber, ob Erwerbstätigkeit ein angemessener Prädiktor ist oder nicht. Kolland (2002) stellt einen erheblich negativen Einfluss von Erwerbstätigkeit auf den Studienerfolg fest, während Meinefeld (1999) Erwerbstätigkeit als wenig erklärungskräftig erachtet.

Brandstätter & Farthofer (2003a) untersuchen diesen Prädiktor etwas detaillierter und stellen fest, dass erst bei 19 oder mehr Stunden Erwerbstätigkeit pro Woche ein Einfluss auf den Studienabbruch ausgeübt wird. Darüber hinaus ergeben ihre Analysen, dass der Einfluss auf die Geschlechter unterschiedlich ausfällt. „Erwerbstätigkeit wirkt sich auf die Studienzufriedenheit und das Drop-out-Risiko bei Frauen negativer aus als bei Männern“ (Brandstätter & Farthofer (2003a), S. 143).

Die Untersuchungen von Heublein et al. (2009) liefern ein ähnliches Ergebnis. Demnach sind Abbrecher im Schnitt 15 Stunden pro Woche erwerbstätig, wohingegen Absolventen durchschnittlich 12 Stunden pro Woche arbeiten. Außerdem ist es nach Auffassung von Heublein et al. (2009) wichtig, ob die ausgeübte Tätigkeit einen Bezug zum Studium aufweist und wann der Erwerbstätigkeit nachgegangen wird; d.h. ob sie während der Vorlesungszeit, während der vorlesungsfreien Zeit oder ganzjährig ausgeübt wird.

Soll daher Erwerbstätigkeit als Prädiktor für Studienfachwechsel und Studienabbrüche herangezogen werden, so muss zumindest die dafür wöchentlich aufgewendete Zeit bei der Analyse berücksichtigt werden.

5.4. Secondary-Tertiary-Transition

Wir konnten nachweisen (vgl. Kapitel 3 und 4), dass in den mathematischen Studiengängen vor allem in der Studieneingangsphase Studierende das Studienfach wechseln oder sich exmatrikulieren. Ferner haben wir herausgestellt, dass „im deutschsprachigen Raum bisher kaum empirische Untersuchungen zu Schwierigkeiten des Übergangs

von der Sekundarstufe II in ein Studium mit mathematischem Schwerpunkt durchgeführt worden sind“ (Heinze & Grüßing (2009), S. 258). In Abschnitt 5.3 haben wir die in der Forschung – dort vor allem in der Pädagogischen Psychologie – diskutierten Prädiktoren für Studienerfolg dargestellt. Nach Schindler (1999, S. 164) ist „davon auszugehen, daß bei Studierenden, die ihr Studium bereits im 1. oder 2. Fachsemester abbrechen (‘frühe’ Abbrecher), andere Ursachen/Ursachenbündel überwiegen als bei Studentinnen und Studenten, die ihr Studium in späteren Semestern [...] abbrechen“. Dementsprechend beschäftigen sich Schindler & Schüller (1993) und Schindler (1997) in einer Untersuchung mit der Studieneingangsphase, in der sie die Entwicklung von ausgewählten Studierenden verfolgen. Auch andere Untersuchungen beschäftigen sich speziell mit der Studieneingangsphase und dem ersten Studienjahr. Fachwechsel, die während dieser Zeit vorgenommen werden, werden oft als *Orientierungswechsel* angesehen (Bornmann & Daniel (1999), Spiess (1999)), die dazu dienen, eine falsche Entscheidung frühzeitig zu korrigieren. In diesem Abschnitt werden wir Forschungsergebnisse aus der mathematikdidaktischen Diskussion über Studienabbrüche und Studienfachwechsel in der Studieneingangsphase von mathematischen Studiengängen präsentieren.

Der spezielle Fokus auf den Übergang von Schule zu Hochschule und auf die Situation in der Studieneingangsphase wird in der Forschung mit dem Begriff *Secondary-Tertiary-Transition*¹⁵ bezeichnet. Hierbei wird eine Vielzahl von verschiedenen Aspekten betrachtet, die den Übergang von der Schule zum Studium erschweren können; aber trotzdem wurde bisher kein Modell für dieses Phänomen entwickelt (Clark & Lovric (2008, 2009), Gueudet (2008), Kajander & Lovric (2005)). Clark & Lovric (2009) beschreiben die Secondary-Tertiary-Transition als eine Art Übergangsritus, bei dem sich zunächst von der Schule losgelöst wird, dann der Übergang zur Universität stattfindet, in der man sich anschließend integriert. Kommt es bei einer der drei Phasen zu Problemen, so besteht das Risiko eines frühen Studienabbruchs.

Ein Großteil der für die Mathematik spezifischen Untersuchungen fokussiert sich auf einzelne Teilaspekte. So betrachten Godfrey & Thomas (2008) die Secondary-Tertiary-Transition am Beispiel von Gleichungen, De Vleeschouwer (2010) wählt für seine Untersuchungen den Dualraum, Alcock & Simpson (2001) beschreiben den Übergang am Beispiel einer Analysis-Vorlesung, Meehan (2002) beschreibt Probleme beim Arbeiten mit Sätzen und Definitionen, während Brandell et al. (2008), Dreyfus (1999), Moore (1994) und Tall (2008) das Beweisen in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen stellen. Notter & Arnold (2006) befassen sich dagegen mit vielen unterschiedlichen Prädiktoren, die beim Übergang zur Hochschule und während der Studieneingangs-

¹⁵Wood (2001) gibt einen Überblick über die wichtigsten, bisher in der Forschung behandelten Aspekte der Secondary-Tertiary-Transition.

phase von Bedeutung sind. Allerdings bezieht sich ihre Untersuchung auf sämtliche, in der Schweiz studierbare Studienfächer.

Im Folgenden werden wir die in der Forschung für die Studienfächer der Mathematik thematisierten, wichtigsten Bedingungsfaktoren der Secondary-Tertiary-Transition erläutern, die von Seiten der Hochschule beeinflusst werden können:

In der Schule werden die zukünftigen Studienanfänger der Mathematik nicht mit dem für ein Mathematikstudium benötigten Grundwissen ausgestattet (Filipsson & Thunberg (2008), Hoyles et al. (2001), Kajander & Lovric (2005), Luk (2005), Rylands & Coady (2009), Selden (2005)) und haben somit direkt zu Studienbeginn Probleme, den Einstieg in die Anfängervorlesungen zu schaffen. Diese Lücke entsteht in erster Linie durch Änderungen in den Schulcurricula, wohingegen die Lehrpläne an den Universitäten dem nicht angepasst werden (Filipsson & Thunberg (2008)). Um diesen Effekt einzudämmen, werden von den Universitäten Brückenkurse angeboten, die den Zweck verfolgen, die Kenntnisstände der Studienanfänger anzugleichen. Ebenso muss berücksichtigt werden, aus welchen Gründen die Studienanfänger sich für einen mathematischen Studiengang entschieden haben und ob bei der Entscheidung auch Arbeitsmarktüberlegungen eine Rolle gespielt haben (Selden (2005)). Hinzu kommt, dass viele Studierende oftmals keine Vorstellung darüber haben, was Mathematik eigentlich ist und welche Rolle sie in ihrem zukünftigen Berufsleben einnehmen soll (Crawford et al. (1998), Kajander & Lovric (2005)).

Eine besonders große Bedeutung kommt der Lehre an der Hochschule zu. So lassen sich Faktoren unterscheiden, die einerseits in der universitären Mathematik selbst begründet liegen und die andererseits durch die Lehre an der Universität bedingt werden (De Guzman et al. (1998)). Zu Beginn eines Mathematikstudiums erleben viele Studienanfänger einen regelrechten „Abstraktionsschock“. Während sie an der Schule an eine eher informelle Sprache und informelles Begründen gewohnt waren, wird von ihnen von Studienbeginn an gefordert, formelle Sprache und formelles Begründen zu gebrauchen. Hinzu kommt, dass sie von Anfang an dazu angehalten werden, mit Sätzen und Definitionen zu arbeiten und darüber hinaus Beweise erbringen sollen (Clark & Lovric (2009), Luk (2005), Oikkonen (2009), Weber (2001)). Dadurch entsteht bei vielen Studienanfängern der Glaube, anderen Studierenden nicht ebenbürtig und dem Mathematikstudium nicht gewachsen zu sein (Luk (2005), Oikkonen (2009), Selden (2005)). Die Studienanfänger müssen bestimmte mathematische Denkprozesse erst erlernen¹⁶ und es ist entscheidend für ein erfolgreiches Mathematikstudium, dass ihnen dies auch gelingt (Gueudet (2008), Hoyles et al. (2001), Nardi (1996), Selden (2005)). Bekommen die Studierenden nicht hinreichende Anleitung und Beispiele, dann können

¹⁶In diesem Zusammenhang wird von „Advanced Mathematical Thinking“ gesprochen (vgl. beispielsweise Artigue et al. (2007), Edwards et al. (2005)).

sich die wöchentlich zu bearbeitenden Übungsaufgaben als sehr frustrierend erweisen (Luk (2005)). Desweiteren ist es wichtig, dass das in der Schule gebräuchliche, weit verbreitete oberflächliche Lernverhalten, mit dem das Ziel verfolgt wurde, gute Arbeiten zu schreiben, aufgegeben wird und stattdessen Tiefenlernstrategien¹⁷ verwendet werden, die darauf zielen, Konzepte völlig zu verstehen (Clark & Lovric (2009), Crawford et al. (1998)). Eine Untersuchung von Crawford et al. (1994) befasst sich damit, was Studienanfänger unter Mathematik verstehen und wie sie an der Hochschule Mathematik lernen. Ebenso darf der Arbeitsaufwand, der für die Bearbeitung der Übungsaufgaben und die Vor- und Nachbearbeitung der Vorlesungen benötigt wird, nicht unterschätzt werden (Clark & Lovric (2009)). Ein weiterer Faktor, der berücksichtigt werden muss, ist, dass die Studienanfänger in der Regel in ihren Schulen im Fach Mathematik die Besten waren, im Studium jedoch zum Teil mit Ebenbürtigen konfrontiert werden und es zudem mit besseren Studierenden zu tun haben (Crawford et al. (1998), Luk (2005)). Zusätzlich wird es in der Mathematik als wesentlich angesehen, es nicht als Einzelkämpfer zu versuchen, sondern sich in Lerngruppen zusammenzuschließen (Luk (2005)). In den Anfängervorlesungen eines Mathematikstudiums wird oftmals das hohe Tempo bemängelt (Dueck (2007), Luk (2005), Selden (2005)). Dieses kann dazu beitragen, dass die Studienanfänger sich überfordert fühlen (Luk (2005)). Ebenso wird Mathematik im Normalfall in einer Vorlesung als fertiges Produkt präsentiert. Die Prozesse, die zu dem jeweiligen Ergebnis führten, bleiben den Studierenden dagegen verborgen (Crawford et al. (1998)).

Neben diesen universitären Ursachenfaktoren gibt es auch auf Studierendenseite Gründe, welche die Umstellung auf die Hochschulmathematik erschweren. Beispielsweise muss berücksichtigt werden, in welchem Umfang neben dem Studium einer Erwerbstätigkeit nachgegangen wird und welche Erwartungen der Studienanfänger an sein Studium hat. Erst die Summe all dieser Komponenten bildet ein Gesamtbild des Übergangs von der Schule zur Universität und dem ersten Studienjahr.

5.5. Zwischenresümee

In diesem Kapitel haben wir uns eingehend mit dem Forschungsstand über Ursachen von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln befasst.

Zunächst haben wir zwei der bekanntesten Studienabbruchmodelle vorgestellt. Das Modell von Tinto wurde speziell für den Studienabbruch an amerikanischen Hochschulen konzipiert. Da das Modell für sämtliche Studiengänge Gültigkeit besitzt und

¹⁷Tiefenlernen kennzeichnet ein auf Verstehen angelegtes, nachhaltiges Lernen. Es werden Strategien verwendet, die es erlauben, Strukturen zu erfassen, sich mit neuen Informationen kritisch auseinanderzusetzen und Verknüpfungen zu bereits erlernten Strukturen herzustellen.

zudem das deutsche Hochschulsystem, auf das sich unsere Untersuchung bezieht, mit dem amerikanischen schwer vergleichbar ist, ist es für unsere Auseinandersetzung mit Studienabbrüchen und Studienfachwechseln an deutschen Universitäten wenig geeignet. Das Studienabbruchmodell von HIS wurde für das deutsche Hochschulsystem modelliert, hat aber ebenfalls Gültigkeit für sämtliche studierbare Fächer. Dadurch, dass diese Modelle Studienabbrüche für untereinander schwer vergleichbare Studienfächer wie beispielsweise Mathematik und Germanistik erklärbar machen sollen, können keine fachspezifischen Faktoren berücksichtigt werden.

Weil uns jedoch daran gelegen ist, fachimmanente Faktoren der Mathematik, welche Studienabbrüche und Studienfachwechsel bedingen, zu ermitteln, haben wir außerdem die in der Literatur diskutierten Prädiktoren von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln thematisiert und deren Ergebnisse für mathematische Studiengänge präsentiert. Dabei haben wir uns auf diejenigen Faktoren – nämlich: schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse, Leistungskurswahl, Abiturnote und Mathematiknote, Studienwahlmotive, Informationsstand vor Studienbeginn, Teilnahme an Brückenkursen, Lernstrategien, Lehre an der Hochschule, Studienzufriedenheit und Erwerbstätigkeit – beschränkt, die von den Schulen und den Hochschulen beeinflusst werden können.

Da wir zeigen konnten (vgl. Kapitel 3 und 4), dass in den mathematischen Studienfächern vor allem in der Studieneingangsphase Studienanfänger einen Studienfachwechsel vornehmen oder sich sogar exmatrikulieren, haben wir außerdem den Forschungsstand über diese sogenannte *Secondary-Tertiary-Transition* zusammengetragen. Auf Basis dieser Forschungsergebnisse und der identifizierten Prädiktoren werden wir im folgenden Kapitel eine Modellvorstellung des Studienabbruchs und Studienfachwechsels in der Studieneingangsphase von mathematischen Studiengängen entwickeln.

6. Synthese und Forschungsfragen

Im vorangegangenen Kapitel haben wir die in der Pädagogischen Psychologie diskutierten Prädiktoren für Studienabbrüche und Studienfachwechsel vorgestellt, die von den Schulen und Universitäten beeinflusst werden können. Parallel dazu haben wir Forschungsergebnisse in der mathematikdidaktischen Diskussion über Studienabbrüche und Studienfachwechsel in der Studieneingangsphase von mathematischen Studiengängen beschrieben. Zunächst werden wir in Abschnitt 6.1 eine Modellvorstellung der sogenannten *Secondary-Tertiary-Transition* entwickeln. Abschließend formulieren wir in Abschnitt 6.2 auf Basis dieser Modellbildung Forschungsfragen.

6.1. Modellvorstellung der Secondary-Tertiary-Transition

Für mathematische Studiengänge existiert bislang kein Modell, das den Übergang von Schule zu Universität in seinem Facettenreichtum hinreichend gut erklärt (vgl. unsere Ausführungen in Kapitel 5.4). Zwar werden Versuche unternommen, die verschiedenen Aspekte der Secondary-Tertiary-Transition zu kategorisieren (De Guzman et al. (1998), Clark & Lovric (2009), Luk (2005)), aber dies reicht in keiner Weise aus, um das Phänomen der vielen Studienabbrüche und Studienfachwechsel im ersten Studienjahr begreiflich zu machen. Zudem wurde bisher noch nicht untersucht, welche Aspekte in der Studieneingangsphase in besonderer Weise in den mathematischen Studiengängen Auswirkungen auf Studienabbrüche und Studienfachwechsel haben.

Zunächst werden wir uns die Situation des Übergangs von Schule zu Hochschule mit Hilfe einer Metapher veranschaulichen:

Der jetzige Ist-Zustand beim Übergang lässt sich durch die Abbildung 6.1 illustrieren. Die Lernorte Schule und Universität befinden sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen, wobei die Universität über der Schule positioniert ist. Um einen Weg ins Studium zu finden, muss der Studienanfänger *S* diesen Höhen- bzw. Niveauunterschied zwischen den beiden Institutionen überwinden, welcher sich beispielsweise in den Unterschieden zwischen in der Schule erworbenem Wissen und an der Universität vorausgesetztem Grundlagenwissen manifestiert. Für den Studienanfänger gibt es zwei Möglich-

keiten: Entweder gelingt es ihm, diese Barriere zu überwinden, oder er scheitert, fällt „herunter“ und gibt das Studium bereits kurze Zeit nach dessen Aufnahme auf.

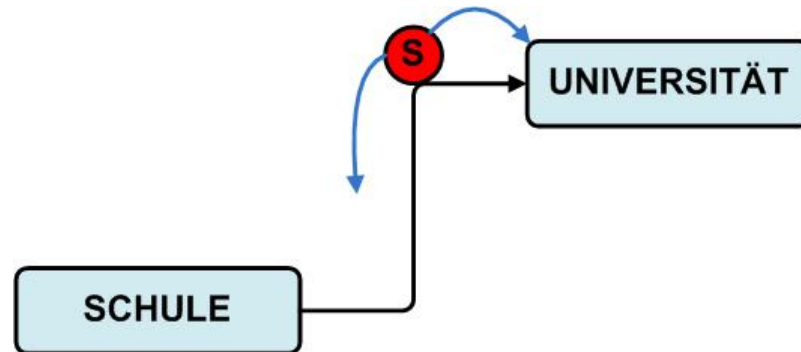


Abbildung 6.1.: *Derzeitiger Übergang von Schule zu Universität*

Da unsere Ergebnisse aus Kapitel 3 und 4 bestätigen, dass besonders viele Studienanfänger bereits in der Studieneingangsphase das eben begonnene Studium wieder aufgeben, liegt es nahe, zu vermuten, dass es diesen nicht gelungen ist, die eben erläuterte Barriere zu überwinden. Dementsprechend ist es unser Ziel, ein Modell zu entwickeln, mit dem Maßnahmen für einen stufenlosen, barrierefreien Eintritt der Studienanfänger ins Studium realisiert werden können. Dazu gehören eine Verringerung des Niveauunterschiedes sowie Hilfestellungen, um den Studienanfängern den Übergang zu erleichtern. Diese gewünschte Soll-Situation ist in Abbildung 6.2 dargestellt.

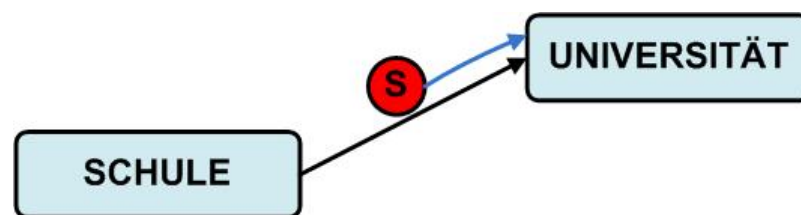


Abbildung 6.2.: *Gewünschter Übergang von Schule zu Universität*

Nachdem wir uns das Szenario der Secondary-Tertiary-Transition anhand einer Metapher veranschaulicht haben, werden wir die in Kapitel 5 gewonnen Einsichten nutzen, um eine Modellvorstellung des Übergangs von Schule zu Hochschule in mathematischen Studiengängen zu entwickeln.

Im vorangegangenen Kapitel haben wir verdeutlicht, dass sich viele Studien – sowohl in der Pädagogischen Psychologie als auch in der Mathematikdidaktik – mit den Auswirkungen einzelner Prädiktoren bzw. kleiner Prädiktorenbündel auf Studienabbrüche

und Studienfachwechsel befassen. Da allerdings die Studienanfänger eines mathematischen Studienfaches in keiner Weise eine homogene Gruppe darstellen, sondern sich sehr stark voneinander unterscheiden können, erscheint es fraglich, ob die zuvor präsentierten Ergebnisse über die Einflüsse der Prädiktoren auf Studienabbruch- und Studienfachwechselentscheidungen auch auf Anfänger eines Mathematikstudiums übertragen werden können. Aus diesem Grund erscheint es uns angebracht und unumgänglich, die Auswirkungen der relevanten Prädiktoren auf diese heterogene Studierendengruppe zu überprüfen.

Der erste Schritt unserer Modellbildung besteht in einer Gliederung des Prozesses der Secondary-Tertiary-Transition in drei Phasen, nämlich „*Schule*“, „*nach dem Abitur und vor Studienbeginn*“ und „*Studieneingangsphase*“. Diesen drei Gruppen werden wir im Folgenden die durch die Literaturrecherche identifizierten Prädiktoren (vgl. Kapitel 5) zuordnen und dadurch drei neue Prädiktorenbündel erhalten. In der ersten Gruppe befinden sich demnach die Prädiktoren, die durch die Schule determiniert werden.

Gruppe 1: „*Schule*“

- Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse
- Kurswahl: Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs
- Lernverhalten und Lernstrategien
- „Weltbild“ Mathematik
- Abiturnote, Mathematiknote

In der Schule werden die Bausteine für eine Studienentscheidung zu Gunsten der Mathematik gelegt. Dabei besteht zwischen den in der Schule belegten Leistungskursen und der letztlich getroffenen Wahl des Studienfaches ein enger Zusammenhang (Fries (2002)). Spätestens in der Zeit zwischen Abitur und Studienbeginn wird die Studienentscheidung getroffen. Es muss dabei berücksichtigt werden, welche Motive zu dieser Wahl geführt haben und ob eine Studienberatung in Anspruch genommen worden ist. Zusätzlich besteht vor Studienbeginn die Möglichkeit, an einem Brückenkurs, der von den Universitäten angeboten wird, teilzunehmen. Die zweite Gruppe setzt sich dementsprechend wie folgt zusammen:

Gruppe 2: „*nach dem Abitur und vor Studienbeginn*“

- Einfluss Leistungskurswahl auf Studienwahl
- Studienwahlmotive

- Studienberatung
- Informationsstand zu Studienbeginn
- Brückenkurse

Die letzte Gruppe besteht aus den für unser Modell wichtigsten Prädiktoren. Es ist entscheidend, wie viel Zeit für das Studium aufgewendet wird und ob parallel dazu einer Erwerbstätigkeit nachgegangen wird. Zusätzlich kommt es darauf an, ob das alte, in der Schule antrainierte Lernverhalten aufgegeben und durch Tiefenlernstrategien ersetzt wird; dazu gehört auch das Arbeiten in Lerngruppen. Ebenso wichtig ist, inwiefern sich die persönlichen Erwartungen erfüllen, wie die Lehre an der Hochschule empfunden wird und wie sich dies alles auf die Studienzufriedenheit auswirkt, die einen zentralen Aspekt darstellt. Deshalb konstituiert sich die dritte Gruppe folgendermaßen:

Gruppe 3: „Studieneingangsphase“

- Lernstrategien und Lerngruppen
- Vorlesungsgestaltung und Qualität der Lehre
- Studienanforderungen
- Zeitaufwand für das Studium
- Persönliche Erwartungen und Studienzufriedenheit
- Erwerbstätigkeit

In einige Studien (Heublein et al. (2009), Koch (1999), Lewin (1999), Schindler (1999), Thiel et al. (2007), Voelke & Sander (2008), Wittenberg & Rothe (1999)) werden Abbrecher basierend auf dem ausschlaggebenden Abbruchmotiv in unterschiedliche Gruppen klassifiziert; dabei gibt es große Variationen in den gewählten Gliederungen der jeweiligen Studien. Eine der wenigen Untersuchungen in diesem Feld, die sich auf eine Studienrichtung beschränkt, stammt von Wolfram et al. (2007)¹, die Studienabbruchtypen bei Ingenieuren definieren.

Da sich Abbrecher klassifizieren lassen, unterstellen wir, dass sich dies mit denen der mathematischen Studiengänge ebenso verhält. Jede Abbrechergruppe hat aus anderen

¹Aus dieser Untersuchung sind auch die Publikationen von Winker et al. (2008), Wolfram et al. (2009a,b,c) und Derboven & Winker (2010) entstanden.

Beweggründen heraus das Studium vorzeitig ohne Abschluss beendet. Dementsprechend müssen die Studierenden auch während des Studiums unterschiedliche Erfahrungen mit dem Studium selbst und der Studienumgebung gemacht haben, die schließlich zu der Abbruchentscheidung geführt haben. Will man jedoch Abbrüche verhindern, so muss man einen anderen Ansatz verfolgen. Deshalb fragen wir uns, ob es nicht stattdessen möglich ist, Studienanfänger aufgrund ihrer ersten Studiererfahrungen zu kategorisieren und darüber diejenigen, die besonders abbruch- und fachwechselgefährdet sind, zu identifizieren. Durch ein solches Vorgehen verschafft man sich einen immensen Vorteil. Durch Kenntnisse über die unterschiedlichen Studierendentypen ist man in der Lage, geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln und dadurch Studienabbrüchen und Studienfachwechseln frühzeitig entgegenzuwirken.

Um eine Modellbildung des Prozesses der Secondary-Tertiary-Transition in mathematischen Studiengängen realisieren zu können, haben wir zunächst mit Hilfe einer Literaturrecherche die in der Forschung diskutierten Prädiktoren von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln identifiziert. Ausgehend davon haben wir den Prozess in drei Phasen aufgeteilt und diesen Phasen die einzelnen Prädiktoren zugeordnet. Dadurch erhielten wir drei Faktorgruppenbündel. Die Faktoren der ersten Gruppe haben unmittelbaren Einfluss auf die Elemente der zweiten Gruppe. Sie wirken auf die Studienentscheidung ein und üben Einfluss darauf aus, ob eine Studienberatung in Anspruch genommen wird und ob vor Studienbeginn der von den mathematischen Fakultäten angebotene Brückenkurs besucht wird. Den Faktoren der dritten Gruppe kommt die entscheidende Bedeutung zu. Je nachdem, wie ein Studienanfänger die ersten Vorlesungswochen erlebt, hat dies Einfluss darauf, ob er das Mathematikstudium weiter fortsetzt oder ob er sich stattdessen umorientiert. Der Fokus liegt dabei vor allem auf dem Zeitaufwand, der für die beiden Grundvorlesungen und die zugehörigen Übungen investiert wird, auf eventueller Erwerbstätigkeit, die parallel zum Studium ausgeübt wird, auf den persönlichen Erwartungen und inwiefern sich diese erfüllt haben, auf der erlebten Studienrealität und schließlich auf der daraus resultierenden Studienzufriedenheit. Dabei üben die Faktoren der ersten beiden Gruppen lediglich einen mittelbaren Einfluss auf die Faktoren der dritten Gruppe aus. Ausgehend von der Gesamtheit dieser Faktorenbündel entsteht ein Entscheidungsprozess, bei dem der Studienanfänger beschließt, entweder das Studienfach zu wechseln, sich zu exmatrikulieren oder das Studium weiter fortzusetzen. Die schematische Darstellung dieses Prozesses ist in Abbildung 6.3 veranschaulicht.

Dadurch, dass wir den Fokus auf spezielle Prädiktoren legen, haben wir die Möglichkeit, anhand dieser Merkmale Studienanfänger zu typisieren. Aus diesem Grund haben wir uns für eine prospektiv angelegte Studie entschieden, deren primäre Zielsetzung die Spezifikation von Studienanfängertypen in mathematischen Studiengängen

mit unterschiedlich hohem Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiko ist. Dieses Vorgehen wird von Gold (1988, S. 23) befürwortet, der betont, dass „relevante Abbruchbedingungen tatsächlich vor dem Eintreten des Ereignisses erhoben werden“ müssen.

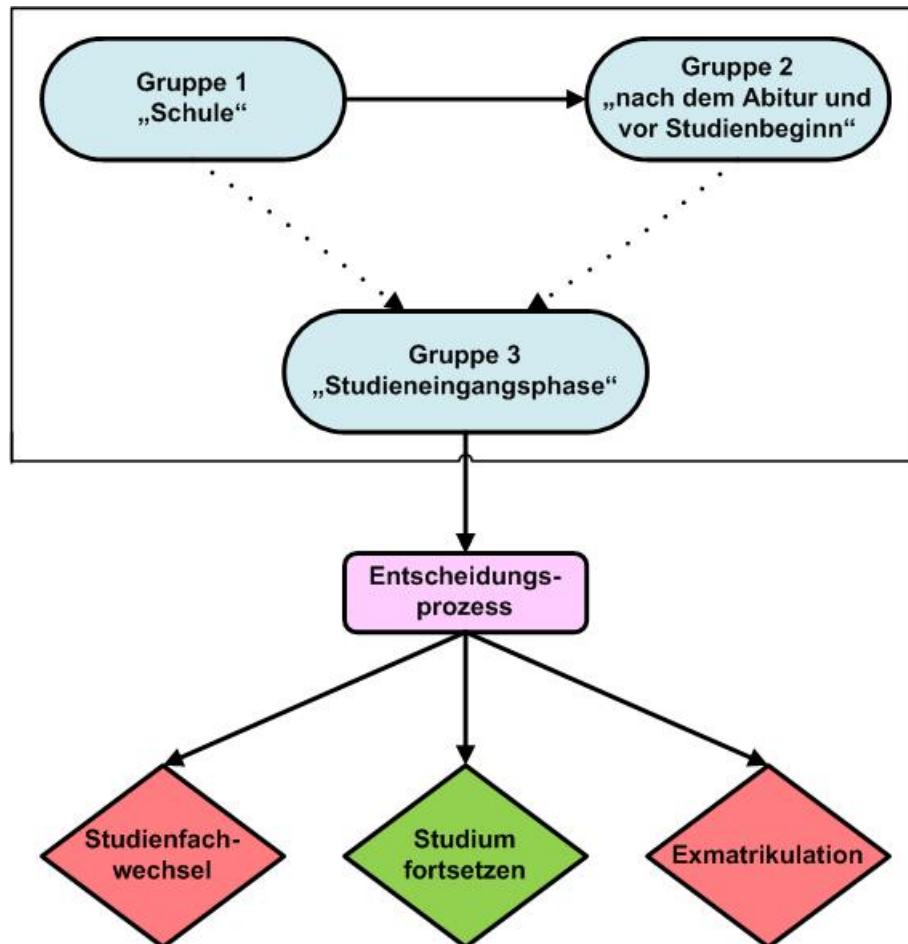


Abbildung 6.3.: Modellvorstellung der Secondary-Tertiary-Transition

6.2. Forschungsfragen

Bei der in Kapitel 6.1 beschriebenen Modellkonstruktion, die wir zur Typisierung der Studienanfänger in der Mathematik verwenden, fließen sehr unterschiedliche Faktoren mit ein. Durch die theoriegeleitete Bildung des Modells und aufgrund fehlender Studien zu dieser Thematik können wir bisher keine Aussage darüber treffen, welche Prädiktoren für die Charakterisierung der bei der Klassifikation entstehenden Studiengruppen besonders geeignet sind. Daher werden wir im Folgenden Hypothesen zu unserer Modellvorstellung aufstellen, die wir durch den Einsatz von Fragebögen und deren Auswertung überprüfen werden.

Unser Modell basiert auf der Annahme, dass Studierende im ersten Fachsemester klassifiziert werden können. Obwohl dies für Studienanfänger der Mathematik bisher nicht erfolgt ist und vergleichbare Ansätze bislang nur für Studienabbrecher existieren, unterstellen wir, dass dies möglich ist. Die erste Forschungsfrage² lässt sich demnach wie folgt formulieren:

Forschungsfrage 6:

Ist es auf Basis des von uns konstruierten Modells möglich, Studierende in Gruppen mit unterschiedlich hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiken zu unterteilen?

Sicherlich kann diese Arbeit nicht ohne Weiteres Anwendung in anderen Disziplinen finden oder sogar für eine Generalisierung auf Studienanfänger im Allgemeinen genutzt werden. Dennoch stellen die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Fragebögen einen wichtigen Schritt in Bezug auf die Erforschung von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln in der Studieneingangsphase von mathematischen Studiengängen dar. Da wir davon ausgehen, dass wir die erste Forschungsfrage positiv beantworten können, müssen wir uns darüber Gedanken machen, welche Faktoren bei Studienanfängern der Mathematik eine besondere Rolle spielen und welche lediglich von untergeordneter Bedeutung sind.

In unserem Modell nehmen die Zufriedenheit mit dem Studium und die Frage, inwieweit sich das bisher erlebte Studium und die Erwartungen an das Studium decken, eine zentrale Rolle ein. Darüber hinaus erwarten wir, dass die Sicherheit, das richtige Studienfach gewählt zu haben, positiv mit diesen beiden Faktoren korreliert. Diese Hypothese bedarf der Überprüfung und somit lautet unsere nächste Forschungsfrage:

Forschungsfrage 7:

Unterscheiden sich die ermittelten Studierendentypen signifikant bezüglich der Sicherheit der richtigen Studienwahl?

In der Literatur wird der Durchschnittsnote im Abitur sowie der im Abitur erreichten Mathematiknote eine gute Vorhersagekraft bescheinigt. Uns interessiert dementsprechend:

Forschungsfrage 8:

Wie gut eignen sich die Faktoren Durchschnittsnote im Abitur und Mathematiknote zur Klassifizierung von Studienanfängern in der Mathematik?

Intuitiv unterstellt man, dass ein Leistungskurs in Mathematik und ein auf einem Gymnasium erworbenes Abitur einen Studienanfänger mit besseren Voraussetzungen aus-

²Wir setzen die Nummerierung der Forschungsfragen aus Kapitel 2.2 weiter fort.

statten, ein Mathematikstudium erfolgreich zu bewältigen, als der Besuch einer Gesamtschule und das Belegen von Mathematik als Grundkurs. Dass tatsächlich Leistungsunterschiede zwischen den Schulformen bestehen, bestätigte die Untersuchung von Köller et al. (1999). Dies führt uns zu unserer nächsten Forschungsfrage:

Forschungsfrage 9:

Lassen sich aufgrund der besuchten Schulform und der für Mathematik gewählten Kursart Rückschlüsse auf die Gruppenzugehörigkeit ziehen?

In der Forschung wird die Erwerbstätigkeit, die parallel zum Studium ausgeübt wird, als Prädiktor für Studienerfolg herangezogen. Daher fragen wir uns:

Forschungsfrage 10:

Unterscheiden sich die ermittelten Studienanfängertypen hinsichtlich der Höhe der Erwerbstätigkeit?

Da sich bisher in keiner Studie ausschließlich mit der Studieneingangsphase in einem mathematischen Studienfach befasst worden ist, existieren keine Ergebnisse darüber, ob und inwiefern der für die Grundvorlesungen und die zugehörigen Übungen investierte Zeitaufwand und die dort erbrachten Leistungen Auswirkungen auf die Studienzufriedenheit haben. Deshalb interessiert uns:

Forschungsfrage 11:

Lassen sich bei den identifizierten Studienanfängertypen hinsichtlich des Arbeitsaufwands für die Grundvorlesungen und der Zufriedenheit mit den im Studium bisher erzielten Leistungen signifikante Unterschiede ausmachen?

Bevor wir uns mit dem Studienabbruch- und Studienfachwechselprozess in der Studieneingangsphase beschäftigt haben, haben wir Studienfachwechselquoten berechnet und konnten feststellen, dass Unterschiede zwischen den Geschlechtern auszumachen sind. Daraus ergibt sich unsere letzte Forschungsfrage:

Forschungsfrage 12:

Lassen sich bei der Aufteilung der Studienanfänger auf die ermittelten Gruppen Unterschiede zwischen den Geschlechtern beobachten?

7. Methodologie der Studie

In diesem Kapitel diskutieren wir die Methodologie der von uns durchgeführten empirischen Studie. Um die in Kapitel 6 formulierten Forschungsfragen zu untersuchen, verwenden wir ausschließlich quantitative empirische Methoden in Form von zwei standardisierten Fragebögen.

Zunächst begründen wir in Abschnitt 7.1 die Wahl der Fragebogenmethode und reflektieren anschließend in Abschnitt 7.2 diese Entscheidung. Dann beschreiben wir die Vorbereitungen zur Datenerhebung (vgl. Abschnitt 7.3) sowie die Durchführung der Datenerhebung (vgl. Abschnitt 7.4). Abschließend erläutern wir die Aufbereitung der Daten (vgl. Abschnitt 7.5) und die von uns verwendeten Auswertungsmethoden (vgl. Abschnitt 7.6).

7.1. Begründung des Einsatzes von Fragebögen

Bei der Analyse von Beweggründen für Studienfachwechsel und Studienabbrüche erscheint es sinnvoll, sowohl quantitative als auch qualitative Methoden zu verwenden.

Das qualitative Vorgehen bestünde in diesem Kontext aus persönlichen Interviews mit Abbrechern und Studienfachwechslern, wobei die einzelnen, uns interessierenden Themen größtenteils durch offene Fragen erfasst und hinterfragt würden. Auch wenn die erforderliche Stichprobengröße bei qualitativen Methoden im Allgemeinen deutlich geringer ist als bei quantitativen Verfahren, besteht hierin das größte Problem. Sobald Studierende das Studienfach wechseln oder sogar die Hochschule verlassen, sind sie für eine persönliche Befragung nicht mehr greifbar. Zwar besteht die Möglichkeit, welche wir auch wahrgenommen haben, per E-Mail¹ um ein Interview zu bitten, aber die Rücklaufquote war marginal und in keiner Weise für eine qualitative Untersuchung ausreichend.

Aufgrund dessen haben wir uns für ein rein quantitatives Vorgehen entschieden und die Untersuchung als prädiktive Studienverlaufsanalyse angelegt, bei der potentielle Bedingungsvariablen *vor* dem möglichen Eintreten von Studienverlaufsänderungen erhoben werden. Dies entspricht der Ansicht von Gold (1988, S. 23), dass mit einem der-

¹Die Autorin hat mehrere Studienanfängerjahrgänge in den Grundvorlesungen Lineare Algebra 1 und 2 betreut und verfügt daher über sämtliche E-Mail-Adressen der betreffenden Studierenden.

artigen Vorgehen „möglicherweise relevante Abbruchbedingungen tatsächlich vor dem Eintreten des Ereignisses erhoben werden“. Die primäre Zielsetzung prospektiv angelegter Studien ist die Spezifikation von Kausalmodellen zur Erklärung des Abbruch- und Fachwechselerhaltens. Die quantitative Methode in Form von geschlossenen Fragebögen, die von Studienanfängern auszufüllen sind, bietet bei der vorliegenden, nicht einfachen Fragestellung Vorteile. „Fragebogenerhebungen schaffen mehr Distanz zum Forscher und sind anonymer, was besonders bei heiklen Fragestellungen offenes Antworten erleichtert“ (Bortz & Döring (2006), S. 298). Abgesehen davon wird unsere Entscheidung für einen geschlossenen Fragebogen dadurch untermauert, dass in der Studienabbruchforschung (vor allem in den großen Studien der HIS GmbH; vgl. Kapitel 5.2.2) Abbruchursachen üblicherweise mit Hilfe von Fragebögen nachgegangen wird. Die von uns entwickelten Fragebögen sind speziell auf die Situation von Studienanfängern mathematischer Studiengänge ausgerichtet, so dass sämtliche in Kapitel 6 formulierte Forschungsfragen Berücksichtigung finden.

7.2. Reflexion der Methodenauswahl

Die Entwicklung eines Fragebogens ist an der Zielsetzung der Befragung ausgerichtet. Dies allein garantiert jedoch nicht, dass mit dem Fragebogen erfolgreich der Untersuchungsgegenstand erhoben werden kann. Damit dies gesichert ist, muss der Fragebogen sogenannten *Gütekriterien* (Bortz & Döring (2006), Bühner (2004), Lienert & Raatz (1998)) genügen. Die für die Qualität eines Fragebogens maßgeblichen Hauptgütekriterien sind *Objektivität*, *Reliabilität* und *Validität*². Im Folgenden werden wir die drei Hauptgütekriterien näher erläutern und mit Blick auf unsere Fragebögen erörtern.

7.2.1. Gütekriterium: Objektivität

Unter der *Objektivität* eines Tests versteht man das Ausmaß, in welchem die Testergebnisse unabhängig vom Testanwender sind. Der höchste Grad an Objektivität stellt sich folglich ein, wenn verschiedene Untersuchungsleiter bei denselben Probanden zu den gleichen Ergebnissen gelangen. Es wird zwischen drei Formen der Objektivität unterschieden.

Die *Durchführungsobjektivität* gibt den Grad an, in dem das Testergebnis vom Untersuchungsleiter unbeeinflusst geblieben ist. Durch vorher festgelegte, exakte Instruktionen soll verhindert werden, dass die Ergebnisse weder bewusst noch unbewusst durch

²Neben den Hauptgütekriterien benennen Bühner (2004) und Lienert & Raatz (1998) zusätzlich Nebengütekriterien, nämlich Normierung, Vergleichbarkeit, Ökonomie und Nützlichkeit, auf die an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen wird.

die Testanwender verfälscht werden. Da wir in unseren Fragebögen standardisierte Instruktionen verwendet haben und der während der Bearbeitungszeit des Fragebogens anwesende Untersuchungsleiter Rückfragen nicht beantwortet hat, ist die Durchführungsobjektivität in hohem Maße gegeben.

Die *Auswertungsobjektivität* betrifft die Auswertung des Fragebogens nach vorgegebenen Regeln. Demnach müssen verschiedene Auswerter bei der Auswertung eines Fragebogens zu denselben Punkt- und Leistungswerten kommen. Die Auswertungsobjektivität ist hoch, wenn die Beschreibung der Itembeantwortung und die Bewertung der Antworten eindeutig vorgeschrieben sind, was bei einem standardisierten Fragebogen der Fall ist.

Die *Interpretationsobjektivität* besagt, dass jeder Auswerter möglichst zur gleichen Deutung und Interpretation der Testergebnisse kommen sollte und individuelle Deutungen somit ausgeschlossen sind. Normwerte oder Benchmarks ermöglichen eine quantitative Interpretation der Ergebnisse. In der Praxis fehlen jedoch oftmals solch standardisierte Interpretationen und deshalb demonstrieren wir anhand von Beispielen, wie wir die einzelnen Ergebnisse interpretiert und welche Kriterien wir für Entscheidungen herangezogen haben. Trotz dieses Vorgehens müssen wir einräumen, dass bei der Interpretationsobjektivität ein gewisser subjektiver Spielraum vorhanden ist.

7.2.2. Gütekriterium: Reliabilität

Die *Reliabilität* bezeichnet die Messgenauigkeit eines Instrumentes, mit dem ein bestimmtes Merkmal gemessen wird. Die Reliabilität wird mit Hilfe eines Reliabilitätskoeffizienten gemessen, der angibt, in welchem Maß das Testergebnis reproduziert werden kann. Perfekte Reliabilität entspricht einem Koeffizienten mit dem Wert 1 und tritt als Idealfall in der Praxis nicht auf, weil beispielsweise situative Störungen, Missverständnisse oder Raten des Probanden zu Fehlereinflüssen führen können. Nach Bortz & Döring (2006) führt die Berechnung der internen Konsistenz zu einer stabilen Schätzung der Reliabilität³ eines Fragebogens. Der gebräuchlichste Reliabilitätskoeffizient zur Berechnung der internen Konsistenz ist der Alpha-Koeffizient von Cronbach, der auch oft als Cronbachs Alpha bezeichnet wird. Da von jedem Test eine hohe interne Konsistenz gefordert wird und da nur dann eine sinnvolle Verwendung eines Fragebogens gesichert ist, gelten erst Alpha-Werte über .7 als geeignete Indikatoren für eine hohe Reliabilität. Um sicherzustellen, dass die Reliabilität der Fragen, die wir für die weitere Analyse verwenden, gewährleistet ist, haben wir für die jeweils ermittelten Dimensionen zunächst die Werte von Cronbachs Alpha berechnet.

³Bortz & Döring (2006), Bühner (2004) und Lienert & Raatz (1998) benennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung der Reliabilität, auf die wir an dieser Stelle nicht näher eingehen werden.

7.2.3. Gütekriterium: Validität

Die *Validität* eines Fragebogens gibt das Maß an Genauigkeit an, mit dem dieser Test das misst, was er auch tatsächlich messen soll. Die Validität wird differenziert in *Inhaltsvalidität*, *Kriteriumsvalidität* und *Konstruktvalidität*.

Inhaltsvalidität liegt vor, wenn die Items des Fragebogens das zu messende Merkmal in seinen wichtigsten Aspekten erschöpfend erfassen. Allerdings kann die Inhaltsvalidität eines Fragebogen nicht numerisch quantifiziert werden, sondern sie beruht lediglich auf subjektiven Einschätzungen.

Wenn das Testergebnis einer Merkmalsmessung mit Messungen eines korrespondierenden manifesten Kriteriums übereinstimmt, spricht man von *Kriteriumsvalidität*. Dies kann im Rahmen unserer Untersuchung jedoch nicht geleistet werden, weil wir bei der Kategorisierung von Studierendentypen keinerlei Kenntnis darüber haben, ob die betreffenden Studierenden wirklich ihr Studium erfolgreich abschließen, den Studiengang wechseln oder sich exmatrikulieren werden.

Nach Bortz & Döring (2006) kommt der *Konstruktvalidität* eine besondere Bedeutung zu. Ein Fragebogen wird als konstruktvalide bezeichnet, wenn er zu dem zu messenden Merkmal in unmittelbarer Beziehung steht. Leitet man also aus einem Konstrukt Hypothesen ab, dann bedeutet eine hohe Konstruktvalidität, dass sich diese Hypothesen durch den Fragebogen und dessen Auswertung empirisch bewähren. Die Konstruktvalidität setzt somit psychologisches Wissen um das Konstrukt sowie Kenntnisse über zugehörige Theorien und Befunde voraus. Mit Hilfe dieses Hintergrundwissens erfolgt zunächst eine Definition und Beschreibung der Merkmale, die mit dem Fragebogen gemessen werden sollen; dies haben wir in Kapitel 6 geleistet. Auf dieser Basis wird anschließend der Fragebogen konzipiert. Um eine hohe Konstruktvalidität des verwendeten Fragebogens zu gewährleisten, stehen verschiedene Vorgehensweisen zur Verfügung. Wir haben uns für ein qualitatives Verfahren in Form einer logisch-inhaltlichen Analyse der Fragebogenitems entschieden.

Die Fragebögen basieren auf Fragen bzw. Frageblöcken, die wir zum Teil aus anderen Erhebungen entnommen haben und mit welchen bereits einzelne der uns interessierenden Prädiktoren untersucht worden sind und die sich somit in der Regel als konstruktvalide erwiesen haben. Wir haben allerdings Fragen und auch Items teilweise umformuliert sowie neue Fragen und Items hinzugefügt, so dass mit dem neu entstandenen Fragebogen alle für uns relevanten Aspekte der Studieneingangsphase – sowohl kurz vor Beginn des Studiums als auch gegen Ende des ersten Fachsemesters – von mathematischen Studiengängen hinreichend abgedeckt sind. Um sicherzustellen, dass die von uns vorgenommenen Modifikationen und die Kombination von aus anderen Kontexten verwendeten Fragen die Konstruktvalidität nicht vermindern, sondern even-

tuell sogar positiv beeinflussen, wurden die Fragebögen zunächst an Mathematikstudierenden im dritten Fachsemester getestet und anschließend mit den Testpersonen auf Verständnisprobleme und Unklarheiten bei Fragestellungen, Anweisungen und Itemformulierungen hin diskutiert. Nach Änderung der von den Studierenden bemängelten Items wurde ein zweiter Testlauf mit einer weiteren, von der ersten Probandengruppe disjunkten Studierendengruppe, die alle Teilnehmer eines Proseminars waren, unternommen. Auch hier erfolgte im Anschluss an das Ausfüllen des Fragebogens erneut eine Gruppendiskussion.

Es darf nicht übersehen werden, dass die von uns entwickelten Fragebögen nichts weiter als Abbilder unseres zugrundeliegenden Theorieentwurfs darstellen. Demzufolge spiegeln sich in den Antworten der befragten Personen lediglich die in den Fragebögen thematisierten Inhalte wider. Es ist allerdings möglich, dass trotz der Ausrichtung des Fragebogens auf das Forschungsdesiderat das Ergebnis offen sein kann.

7.3. Vorbereitungen zur Datenerhebung

Bevor ein Fragebogen für den Feldeinsatz bereit ist, muss er zunächst einen langwierigen Entwicklungsprozess durchlaufen. Darüber hinaus muss man sich bewusst sein, wie der Fragebogen technisch umgesetzt wird. In den folgenden Abschnitten werden wir diese beiden Aspekte thematisieren.

7.3.1. Entwicklung der Fragebögen

Die Entwicklung eines Fragebogens vollzieht sich in einem langen Prozess, der sich aus einem Wechselspiel aus theoriegeleiteten, durch gründliche Literaturrecherchen fundierte Konstruktionsphasen und aus Pretests zusammensetzt. Die beiden von uns entwickelten Fragebögen⁴ (vgl. Anhang C und Anhang D) sollen dazu dienen, in Abhängigkeit von den in Kapitel 6.1 ausgewählten Prädiktoren Studienanfängertypen zu klassifizieren und für diese dann Prognosen über das Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiko abzugeben.

Unsere erste Herangehensweise bestand in der Umsetzung eines Fragebogens, den Studienanfänger noch vor dem Beginn ihres Mathematikstudiums ausfüllen sollten. Dieser erste Fragebogen, der auch zum Einsatz kam, deckt folgende Prädiktoren ab:

- *Interessenentwicklung*: Um eine fundierte Aussage darüber treffen zu können, ob eine stabile Studienwahl getroffen wurde, muss man wissen, wann und in

⁴Bei der Entwicklung der Fragebögen haben wir uns von den Befragungen von Abele-Brehm & Schradi (1998), Bescherer (2003), Bornmann & Daniel (2000), Curdes et al. (2003b), Georg (2009), HU Berlin (2001), Mayr (1998), Pohlhausen (2005), Schiefele et al. (2003) und Winteler & Sierwald (1987) inspirieren lassen.

welcher Form sich das Interesse für Mathematik bei den Befragten entwickelt hat (Frage 1).

- *Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse:* In Nordrhein-Westfalen ist es vorgeschrieben, die Analysis zu behandeln, während dem Lehrer die Wahl gelassen wird, ob er als zweites Themengebiet die Analytische Geometrie oder die Stochastik ausführlich abhandelt. Dies wird durch Frage 2 abgedeckt. Weiter ist von Interesse, wie die Studienanfänger ihr Verständnis der in der Schule behandelten Themen und ihre dort erworbenen Fertigkeiten einschätzen (Frage 3⁵ und Frage 4⁶) und wie sie sich insgesamt durch die Schule auf das Studium vorbereitet fühlen (Frage 6).
- *Lernverhalten:* Ebenfalls von Bedeutung ist das Lernverhalten, das der Befragte sich während der Schulzeit angeeignet hat. Es gibt Aufschluss darüber, ob eher auf oberflächliche Lernstrategien zurückgegriffen wird oder ob stattdessen Tiefenlernstrategien verwendet werden (Frage 5).
- *Weltbild Mathematik:* Bei der Entscheidung für ein mathematisches Studium kommt auch dem Weltbild, das man von der Mathematik hat, eine besondere Stellung zu. Viele Studien (vgl. Kapitel 5.3.1) stellen heraus, dass ein bruchstückhaftes Bild von Mathematik mit einer Studienfachwechsel- oder Abbruchentscheidung korreliert. In Frage 11⁷ wird deshalb nach dem mathematischen Weltbild des Befragten gefragt.
- *Abiturnote, Mathematiknote und besuchte Schulform:* Als einer der besten Prädiktoren wird die Abiturnote angesehen (vgl. Kapitel 5.3.3). Zusätzlich zum Notendurchschnitt im Abitur (Frage 20) wird nach der erreichten Punktzahl im Mathematikabitur (Frage 21) und nach der Schulform, auf der die Hochschulreife erworben wurde, gefragt (Frage 18).
- *Mathematik als Leistungskurs oder Grundkurs:* Ebenfalls von Bedeutung ist, ob in der Oberstufe Mathematik als Grund- oder als Leistungskurs gewählt worden ist (Frage 22). Leistungs- und Grundkurse unterscheiden sich in der erteilten Wochenstundenzahl und in der Tiefe der behandelten Themengebiete. Daher gehen Studien (vgl. Kapitel 5.3.2) davon aus, dass für ein erfolgreiches mathematisches Studium ein Leistungskurs von Bedeutung ist.

⁵Die Frage wurde in Anlehnung an eine Frage aus dem Fragebogen von Bescherer (2003) konzipiert.

⁶Die Items stellen die fach- und inhaltsbezogenen Kompetenzen dar so wie sie im Kernlehrplan Mathematik für das Land Nordrhein-Westfalen formuliert worden sind.

⁷Die Frage wurde aus Curdes et al. (2003b) entnommen, lediglich das Item *Ich finde Mathematik interessant, weil sie mich ästhetisch anspricht* wurde ersatzlos gestrichen.

- *Studienwahlmotive*: Für eine stabile Studienwahl und ein vermindertes Abbruch- und Studienfachwechselrisiko müssen auch Studienwahlmotive berücksichtigt werden. Studien (vgl. Kapitel 5.3.4) besagen, dass dies durch eine intrinsisch motivierte Studienwahl positiv beeinflusst wird. Dementsprechend werden in Frage 7⁸ zunächst Studienwahlgründe abgefragt und anschließend wird in Frage 8⁹ das für die Wahl entscheidende Motiv ermittelt. Zusätzlich wird in Frage 9 überprüft, ob die Studienwahl joborientiert getroffen worden ist.
- *Besuch von Brückenkursen*: Brückenkurse werden von mathematischen Fakultäten vor Studienbeginn angeboten und verfolgen das Ziel, die Kenntnisse der Studienanfänger auf ein vergleichbares Level zu bringen und erste Ausblicke darauf zu geben, wie die Vorlesungen und Übungen im ersten Fachsemester ablaufen werden (vgl. Kapitel 5.3.6). Daher ist von Interesse, ob Studienanfänger vor Studienbeginn diese Möglichkeit wahrgenommen haben und ob sie dies im Falle einer Teilnahme als hilfreich empfunden haben (Frage 25).
- *Erwartungen an sich persönlich, an das Studium und an Dozenten*: Da das Studium zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht begonnen hat, haben die Studienanfänger bestimmte Erwartungen gegenüber sich selbst, dem Studium und ihren Dozenten, die wir in den Fragen 12, 13 und 14¹⁰ erheben.

Zusätzlich zu den in der Befragung integrierten Prädiktoren wird in Frage 15¹¹ explizit danach gefragt, wann es für den Befragten dazu kommen könnte, das Mathematikstudium aufzugeben. Komplementär dazu wird ermittelt, wie sicher die Befragten sind, das richtige Studienfach gewählt zu haben (Frage 10).

Da wir die Befragten in Gruppen unterteilen werden, haben wir außerdem nach ihrem Geschlecht (Frage 16) gefragt und in welchem Studiengang (Frage 24) sie sich eingeschrieben haben. Um sicher zu stellen, dass nur Studienanfänger in die Analyse mit einbezogen werden, wird nach dem Fachsemester gefragt, in welchem sich die Befragten zum Zeitpunkt der Befragung befinden.

Wider Erwarten lieferten uns die erhobenen Daten kein aussagekräftiges Material – stattdessen schienen fast alle Befragten der Ansicht zu sein, für das Studium ausreichend gerüstet und über die dafür notwendigen Grundkenntnisse zu verfügen. In fast allen Fällen war zudem die Studienwahl intrinsisch motiviert und daher wurde dieser Prädiktor von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Mit der Erkenntnis, dass die

⁸Die Studienwahlmotive wurden der Befragung von Heublein et al. (2009) entnommen und für unsere Zwecke modifiziert.

⁹Diese Frage wurde aus Heublein et al. (2009) übernommen.

¹⁰Die Fragen 12 und 13 wurden von Curdes et al. (2003b) übernommen und um weitere Items ergänzt.

¹¹Die Frage stammt von Curdes et al. (2003b) und wurde durch Änderungen der Items für unsere Zwecke angepasst.

Befragten mit einer „rosa-roten Brille“ auf den Augen geantwortet hatten und in das Mathematikstudium gestartet waren, beschlossen wir, den Fragebogen zu modifizieren und der gleichen Probandengruppe erneut zum Ausfüllen zu geben; dieses Mal jedoch erst gegen Ende des ersten Semesters.

Für die angestrebte Klassifizierung der Studierenden in Gruppen mit unterschiedlich hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiken haben wir aufgrund der eben geschilderten Problematik ausschließlich die Daten des zweiten Fragebogens verwendet. Deshalb werden wir die Zusammensetzung dieses Instruments ausführlicher darstellen als wir es beim ersten getan haben und werden aus Gründen des besseren Verständnisses die Erläuterungen zum Teil durch Beispielitems ergänzen.

Folgende Prädiktoren wurden bei der Konstruktion des zweiten Fragebogens berücksichtigt:

- *Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse*: Die Fragen 2 und 3 decken die schulischen Vorkenntnisse ab und ermitteln, ob diese von den Befragten im Rückblick als für ein Mathematikstudium ausreichend empfunden werden. Die Items entsprechen denen aus dem ersten Fragebogen und decken die drei zu behandelnden Themengebiete Analysis (z.B. *Ableiten/Differenzieren*), Analytische Geometrie (z.B. *Vektorrechnung*) und Stochastik (z.B. *Testen von Hypothesen*) ab. Gegenüber der ersten Version wurde das Item *Folgen und Reihen* gestrichen, da diese Themen im Curriculum der gymnasialen Oberstufe nicht mehr vorgesehen sind.
- *Zeitaufwand für die Grundvorlesungen*: Studienanfänger von mathematischen Studiengängen müssen kanonisch im ersten Fachsemester die Grundvorlesungen *Lineare Algebra I* und *Analysis I* hören. Zu beiden Veranstaltungen werden wöchentlich Übungsblätter ausgeteilt, die von den Studierenden bearbeitet und zur Korrektur abgegeben werden müssen. Ohne regelmäßiges Bearbeiten dieser Aufgaben und eine ausreichende Nachbereitung der Vorlesungen ist es sehr schwierig, die Klausuren am Ende des Semesters zu bestehen. Aus diesem Grund ist es in den mathematischen Studiengängen von großer Bedeutung, wie viel Zeit dafür investiert wird. In Frage 4 wird dies für beide Veranstaltungen getrennt erhoben.
- *Arbeitsverhalten beim Lösen der Übungsaufgaben*: Kenntnis über die Stundenzahl, die wöchentlich für die Grundvorlesungen investiert wird, ist alleine nicht ausreichend. Ebenso muss berücksichtigt werden, wie an die Übungsaufgaben herangegangen wird. Weil sich das Arbeiten in Übungsgruppen als probates Mittel bewährt hat, wird Studienanfängern von Dozenten zu Vorlesungsbeginn zumeist ans Herz gelegt, es nicht als „Alleinkämpfer“ zu versuchen, sondern sich

in Lerngruppen zusammenzuschließen. In den Fragen 5 und 6 wird ermittelt, ob die Übungsaufgaben in Lerngruppen bearbeitet werden und ob dies als hilfreich empfunden wird. Darüber hinaus ist es wichtig zu wissen, mit welcher Hartnäckigkeit die Studierenden an den Lösungen der Übungsaufgaben arbeiten (z.B. *Mir fehlte die Motivation, mich länger mit der Aufgabe auseinanderzusetzen*) und ob die in den Vorlesungen vermittelten Inhalte in den Übungsaufgaben angewendet werden können (z.B. *Die Aufgabe erforderte nur die Anwendung eines bereits bekannten Lösungsalgorithmus aus der Vorlesung*); dies wird durch die Fragen 7 und 8 abgedeckt¹².

- *Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs*: Das Schulfach Mathematik kann in der Sekundarstufe II entweder als Leistungs- oder als Grundkurs belegt werden. Dabei gibt es Unterschiede in der erteilten Stundenanzahl und in der Tiefe, in der die Themengebiete vermittelt werden. Weil Studien (vgl. Kapitel 5.3.2) davon ausgehen, dass ein Mathematik-Leistungskurs essentiell für ein erfolgreiches Mathematikstudium ist, wird dieses Merkmal in Frage 24 erhoben.
- *Abiturnote, Mathematiknote und besuchte Schulform*: Als bester Prädiktor wird in der Forschung (vgl. Kapitel 5.3.3) die Durchschnittsnote beim Erwerb der Hochschulreife, also die Abiturnote, angesehen; diese wird in Frage 22 abgefragt. Neben der Durchschnittsnote im Abitur wird ebenfalls der beim Erwerb der Hochschulreife erreichten Mathematikpunktzahl Bedeutung zugemessen. Dieses in Frage 23 erhobene Merkmal muss aber in Kombination damit betrachtet werden, ob Mathematik als Grund- oder Leistungskurs belegt worden ist. Weil nach Ansicht einiger Studien Gymnasiasten bessere Erfolgsaussichten haben als Studienanfänger, die die Hochschulreife auf einer anderen Schulform erworben haben, muss zusätzlich die Schulform berücksichtigt werden, auf der die Hochschulreife erworben worden ist (Frage 21).
- *Besuch von Brückenkursen*: Brückenkurse werden in der Regel von mathematischen Fakultäten vor Studienbeginn angeboten und sollen den Studienanfängern einerseits den Übergang ins Studium erleichtern und andererseits dazu dienen, die heterogenen Kenntnisstände der Studienanfänger anzugleichen. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Brückenkurse sich von Hochschule zu Hochschule in Länge, Themeninhalten und Ausgestaltung stark unterscheiden können. Trotz dieses Makels wird in Frage 28 erhoben, ob die Befragten an einem Brückenkurs teilgenommen haben und ob sie ihn im Falle einer Teilnahme als hilfreich empfunden haben.

¹²Die Fragen 7 und 8 wurden von Curdes et al. (2003b) übernommen, teilweise modifiziert und um weitere Items ergänzt.

- *Zufriedenheit mit der Studiensituation:* Die Frage 12 wurde gegenüber dem ersten Fragebogen neu hinzugefügt und thematisiert die Studienzufriedenheit des Befragten. Dabei bezieht sich ein Teil der Items auf die Gestaltung der Vorlesungen und Übungen (z.B. *Wie zufrieden sind Sie mit der methodischen Gestaltung der Vorlesungen*) und andere wiederum auf soziale Kontakte (z.B. *Wie zufrieden sind Sie mit Ihren sozialen Kontakten zu anderen Studierenden*). Die Items *Wie zufrieden sind Sie mit dem Studium insgesamt* und *Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Entscheidung für das Mathematikstudium* stehen für sich und sind keiner der beiden Kategorien zuzuordnen.
- *Persönliche Einstellungen:* Um ein Studium erfolgreich bewältigen zu können, muss ein Studierender über Durchhaltevermögen verfügen (z.B. *Ich besitze genügend Durchhaltevermögen und gebe nicht sofort bei ersten Problemen das Studium auf*). Ebenso muss man in Erfahrung bringen, wie gut oder schlecht die Umstellung auf das Studium funktioniert hat und wie die eigene Leistung eingeschätzt wird (z.B. *Ich gehöre zu den Leistungsstarken*). Im Mathematikstudium treffen Personen aufeinander, die vorher an ihrer Schule die besten in Mathematik waren. Im Studium kann es nun aber vorkommen, dass diese Personen nur noch Mittelmaß sind bzw. sich als mittelmäßig empfinden. Daher zielen einige Items auf Konkurrenzdruck (z.B. *Die Konkurrenz unter den Studierenden macht mir zu schaffen*) und Vergleiche mit anderen (z.B. *Ich habe ähnliche Probleme und Erfolge wie andere Studierende*) ab. Diese Faktoren werden allesamt in Frage 9 betrachtet.
- *Einfluss von Dozenten:* Ebenfalls von Bedeutung sind die Dozenten, die die beiden Grundvorlesungen halten, da sie maßgeblich zur Identifikation der Studienanfänger mit dem neu gewählten Studienfach beitragen. Auch wenn dies von den Befragten bei beiden Dozenten in ganz unterschiedlichem Ausmaß empfunden werden kann, haben wir uns dazu entschlossen, diesen Aspekt in den Fragebogen zu integrieren (Frage 10).
- *Einschätzung des bisher erlebten Mathematikstudiums:* Wir müssen außerdem berücksichtigen, wie die Befragten ihr bisheriges Mathematikstudium erlebt haben. In vielen Studien (vgl. Kapitel 5.3.8) wird hervorgehoben, dass Studierende das Studium als zu abstrakt und zu wenig praxisbezogen erachten. In Frage 11 wird dies daher abgefragt und zusätzlich werden weitere Themen angeschnitten, die Aufschluss darüber geben, welchen Eindruck die Befragten von ihrem bisherigen Studium gewonnen haben (z.B. *Es kommt mehr auf Verstehen als auf Auswendiglernen an*).
- *Stabilität der Studienwahl:* Im zweiten Fragebogen wird in Frage 13 zunächst

explizit danach gefragt, unter welchen Umständen sich der Befragte vorstellen kann, das Mathematikstudium aufzugeben (z.B. *Meine Entscheidung für das Mathematikstudium werde ich ändern, wenn mir die Anforderungen zu hart sind*). Da die zweite Befragung gegen Ende des ersten Semesters stattfindet und die Befragten bis zu diesem Zeitpunkt die Möglichkeit hatten, sich ein erstes konkretes Bild von der Realität im Mathematikstudiums zu machen, kann den dort gemachten Angaben Aussagekraft zugemessen werden. Darüber hinaus wird gefragt, ob man sich sicher ist, das richtige Studienfach gewählt zu haben (Frage 14). In den Fragen 15 und 16 wird schließlich ein Vergleich zwischen dem ersten und dem zweiten Fragebogen bezüglich der Einschätzung, das Studium erfolgreich zu beenden, ermöglicht.

- *Erwerbstätigkeit*: Studien zufolge (vgl. Kapitel 5.3.10) hat die Erwerbstätigkeit Einfluss auf Studienerfolg und Studienmisserfolg. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, ob die Erwerbstätigkeit während der Vorlesungszeit erfolgt und in welchem zeitlichen Umfang sie zu Buche schlägt (Frage 27). Darüber hinaus darf dieser Wert nicht einzeln für sich betrachtet werden, sondern muss in Bezug gesetzt werden zu der Zeit, die für die Grundvorlesungen aufgewendet wird (Frage 4).

Neben der Formulierung der Fragen und Items ist die Wahl einer zugehörigen Rating-Skala ebenso unerlässlich. Für die Frage nach der Erwerbstätigkeit, in der wir explizit verschiedene Zeitintervalle vorgegeben haben, und für solche Fragen, die beispielsweise mit *ja* oder *nein* zu beantworten sind, haben wir Nominal-Skalen verwendet.

Für alle übrigen Fragen haben wir Ordinal-Skalen verwendet. Da aber im Rahmen der späteren Analyse auch Verfahren wie die Faktorenanalyse (vgl. Kapitel 7.6) verwendet werden und hierfür eigentlich Intervall-Skalen benötigt werden, haben wir dies im Fragebogen geschickt umgesetzt. Wir haben sogenannte endpunktbasierte Skalen eingesetzt, die von folgender Gestalt sind:

sehr gut ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ *sehr schlecht*

Durch eine solche Gestaltung der Antwortvorgaben erzeugt man beim Befragten den Eindruck, dass alle Skalenpunkte äquidistant sind und man infolgedessen von einer Intervallskalierung ausgehen kann (vgl. Porst (2008)).

Als Nächstes muss eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob eine Skala mit einer geraden oder einer ungeraden Anzahl an Skalenpunkten verwendet werden soll. Beide Varianten haben ihre Vor- und Nachteile. So bietet einem eine Skala mit einer ungeraden Skalenpunktanzahl eine Mittelkategorie, an der aber kritisiert wird, dass sie von Befragten oftmals als „Fluchtkategorie“ zweckentfremdet wird. Anders herum

liegt in ebendiesem Punkt ein Nachteil von Skalen mit einer geraden Skalenpunktzahl. Solche Skalen nehmen einem Befragten die Chance, sich bewusst und gezielt in der Mitte einzuordnen (vgl. Porst (2008)). Da wir bei unserer Befragung eine Mittelkategorie anbieten wollten, haben wir uns für eine ungerade Skala mit einer Skalenbreite von fünf Skalenpunkten entschieden.

7.3.2. Technische Umsetzung der Fragebögen

Da wir räumlich auf die Ruhr-Universität Bochum, die Technische Universität Dortmund und die Universität Duisburg-Essen beschränkt sind und somit auch nur eine bestimmte Anzahl an Studienanfängern erreichen können, haben wir uns für einen *paper-&-pencil*-Fragebogen entschieden, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erreichen. Dazu wurden die standardisierten Fragebögen von der Untersuchungsleiterin unter Berücksichtigung aller in Abschnitt 7.3.1 beschriebenen Aspekte zur Fragebogenkonstruktion als Word-Dokument gesetzt und zur Vervielfältigung an das universitätsinterne Druck-Zentrum (UDZ) der Universität Duisburg-Essen weitergeleitet, wo die Bögen auf weißem, beidseitig bedrucktem A4-Papier reproduziert und geheftet wurden.

7.4. Datenerhebung

Da wir uns wegen einer hohen Rücklaufquote für eine Befragung im Papierformat entschieden hatten und weil wir persönliche Kontakte zu den Universitäten in Bochum und Dortmund hatten, beschlossen wir, die Befragung auf diese Hochschulen auszuweiten.

Der erste Fragebogen wurde an den Universitäten Bochum, Dortmund und Duisburg-Essen vor Vorlesungsbeginn des Wintersemesters 2010/2011 eingesetzt. In Dortmund (4.10.2010), Duisburg (7.10.2010) und Essen (6.10.2010) wurde der Bogen jeweils in den Orientierungsveranstaltungen, die von den Fachschaften organisiert und durchgeführt werden, von den Befragten ausgefüllt. In Bochum gibt es eine derartige Veranstaltung nicht; stattdessen findet vor der ersten Vorlesung des Semesters eine Begrüßung der Studierenden durch den Dekan statt. In diesem Rahmen wurde der Fragebogen dann am 12.10.2010 den Studienanfängern zum Bearbeiten ausgeteilt. In Bochum füllten 57 von 69, in Dortmund 64 von 151, in Duisburg 67 von 81 und in Essen 28 von 46 Studienanfängern den ersten Fragebogen aus. Damit haben wir eine Ausschöpfungsquote von 62,2% erreicht.

Der zweite Fragebogen wurde nur noch in Bochum und in Duisburg-Essen eingesetzt. An der Ruhr-Universität Bochum wurde der Fragebogen in der letzten Woche

vor Weihnachten 2010 in den Übungen von den Studierenden ausgefüllt; es beteiligten sich 50 Personen. In Duisburg wurde der Fragebogen unmittelbar vor der Ergänzungs-klausur zur Linearen Algebra 1 am 18.01.2011 von 58 Studierenden bearbeitet. Am Standort Essen wurden die Fragebögen zwar wie abgesprochen im Januar 2011 in den Übungen verteilt, aber anstatt diese direkt in den Übungen ausfüllen zu lassen und direkt wieder einzusammeln, wurden die Studierenden von den Übungsleitern dazu aufgefordert, die Bögen zu Hause zu bearbeiten. Durch dieses Missverständnis wurden lediglich zwei Fragebögen ausgefüllt zurückgereicht. Für die zweite Befragung wurde somit eine Ausschöpfungsquote von 56,1% erreicht. Es ist allerdings davon auszugehen, dass bereits einige Studierende vor der zweiten Befragung beschlossen haben, das Mathematikstudium aufzugeben. Über die Gründe, die zu diesen frühen Abbrüchen geführt haben, können wir aber nur spekulieren.

Es ist anzumerken, dass trotz einer Ausschöpfungsquote von 56,1% der Stichprobenumfang der zweiten Befragung von 110 ausgefüllten Bögen, die wir für die Klassifikation der Studienanfänger verwenden werden, gering erscheint. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Anfängerjahrgänge der drei an der Untersuchung beteiligten Universitäten nicht größer waren und eine Erstreckung der Untersuchung über mehrere Jahre zu viel Zeit kosten würde und zudem mit unkalkulierbaren Varianzen in den Untersuchungsergebnissen verbunden wäre. Daher ist eine Stichprobengröße von 110 Fragebögen für unsere Zwecke akzeptabel¹³.

Die Fragebögen können nicht auf Individuen, sondern ausschließlich auf die Hochschulen, an denen sie ausgefüllt worden sind, zurückverfolgt werden. Es ist zwar theoretisch möglich, über die soziodemografischen Angaben wie beispielsweise Geburtsjahr, Noten, Geschlecht und Studiengang auf einzelne Personen zu schließen, aber da uns von den jeweiligen Hochschulen keine personenbezogenen Daten der Studienanfänger vorliegen, ist auch dies ausgeschlossen.

In unseren Analysen werden ausschließlich Fragebögen mit vollständigen soziodemografischen Angaben und maximal drei nicht beantworteten Items berücksichtigt.

7.5. Datenaufbereitung

Die beiden Fragebögen wurden durch die Forscherin in PASW Statistics 18.0 (ehemals SPSS) codiert. Die ausgefüllten Fragebögen wurden dann von einer studentischen Hilfskraft manuell in PASW 18.0 eingegeben. Um Eingabefehler, die bei Dateneingaben von *paper-&pencil*-Fragebögen per Hand passieren können, aufzudecken und zu

¹³Die Durchführung einer Faktorenanalyse (vgl. Abschnitt 7.6.1) ist bei dieser Anzahl möglich. Bühner (2004) gibt dafür als untere Grenze die Zahl 100 an.

korrigieren, kontrollierte die Untersuchungsleiterin sämtliche Bögen. Die studentische Hilfskraft speicherte die Daten getrennt für jede Hochschule in einer separaten sav-Datei; die einzelnen Dateien wurden erst später jeweils für die erste und für die zweite Befragung zu einer einzigen Datei zusammengeführt.

Die derart transferierten Daten wurden – wie bereits erwähnt – gesichtet. In beiden Fragebögen ist eine Kontrollfrage¹⁴ enthalten, durch die all jene Fälle aussortiert werden können, in denen die Befragten angeben, Studierende in einem anderen als dem ersten Fachsemester zu sein. Dadurch ist zunächst gewährleistet, dass in der Stichprobe nur noch Studienanfänger im ersten Fachsemester enthalten sind. Zusätzlich wird kontrolliert, ob alle in dem Datensatz verbleibenden Fragebögen von Personen stammen, die einen Bachelorstudiengang der Mathematik, Technomathematik oder Wirtschaftsmathematik gewählt haben. Des Weiteren wurde sichergestellt, dass ausschließlich „sinnvoll“ ausgefüllte Fragebögen in die Analyse einfließen. Dementsprechend wurden Fragebögen ausgeschlossen, in denen komplette Fragesätze stets mit der gleichen Skalenkategorie angekreuzt wurden (z.B. jedes Mal *sehr zufrieden* oder *sehr unzufrieden*). Nach diesem Filtern sind die bereits in Abschnitt 7.4 beschriebenen Datensätze – 216 für den ersten und 110 für den zweiten Fragebogen – in der Stichprobe verblieben.

7.6. Auswertung der Fragebögen

In Kapitel 6.2 haben wir Forschungsfragen gestellt, in denen es darum geht, welche Prädiktoren für Studienerfolg und Studienmisserfolg bei Studienanfängern der Mathematik brauchbar sind und wie es mit deren Hilfe möglich ist, Studienanfänger in Gruppen einzuteilen, welche jeweils unterschiedlich hohe Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiken besitzen. Um dieses Ziel zu erreichen, bedienen wir uns bei der Auswertung der Fragebögen zum Einen der explorativen Faktorenanalyse und zum Anderen der Clusteranalyse. In den beiden folgenden Abschnitten werden wir diese Analyseverfahren für statistische Daten kurz vorstellen.

7.6.1. Explorative Faktorenanalyse

Da in unseren Fragenbögen die ausgewählten Prädiktoren zum Teil durch mehrere Items erhoben werden und wir bei der angestrebten Klassifikation der Studierenden in Gruppen nicht alle Items einzeln berücksichtigen können, ist es sinnvoll, zu untersuchen, ob sich die Items auf dahinterstehende latente Faktoren zurückführen lassen. Es geht demnach darum, Gruppen von Items zu identifizieren, die von den Befragten ähnlich beantwortet und folglich inhaltlich ähnlich wahrgenommen werden. Da wir nicht

¹⁴Erster Fragebogen: Frage 23; zweiter Fragebogen: Frage 25

wissen, sondern lediglich vermuten, ob und in welcher Weise die Items miteinander zusammenhängen, verwenden wir die explorative Faktorenanalyse, deren Ziel es ist, in den Daten verborgene Strukturen bzw. Dimensionen zu entdecken.

Explorative Faktorenanalysen erfordern keine bestimmten Verteilungsannahmen. Sie basieren auf der Annahme linearer Zusammenhänge zwischen den Items und Faktoren, so dass die erzielten Resultate nur dann als sinnvoll gedeutet werden können, wenn die Items – zumindest annähernd – als intervallskaliert angesehen werden können. Wie wir bereits in Kapitel 7.3.1 geschildert haben, haben wir durch den Einsatz von endpunkt-basierten Skalen dafür Sorge getragen, dass bei den Befragten der Eindruck von äquidistanten Skalenpunkten entsteht und man daher eine Intervallskalierung unterstellen darf.

Wir werden uns an dieser Stelle darauf beschränken, die einzelnen Schritte einer explorativen Faktorenanalyse grob zu umreißen; für eine ausführliche Beschreibung sei beispielsweise auf die Ausführungen von Bortz & Schuster (2010) verwiesen.

Zuerst werden die Werte der Items, die einer Faktorenanalyse unterzogen werden sollen, mit Hilfe einer z -Transformation standardisiert. Mit diesen Werten wird dann die Korrelationsmatrix berechnet, die den Ausgangspunkt der weiteren Berechnungen darstellt. Der erste Hauptschritt einer explorativen Faktorenanalyse besteht aus der Faktorenextraktion, bei welcher die Faktorenanzahl bestimmt wird, auf die die ausgewählten Items zurückgeführt werden können. Dazu verwenden wir die Methode der Hauptkomponentenanalyse. Bei dieser wird davon ausgegangen, dass die Diagonale der Korrelationsmatrix nur Einseinträge besitzt. Für diese Matrix werden die Eigenwerte und die zugehörigen Eigenvektoren bestimmt. Im Regelfall entspricht die Anzahl der extrahierten Faktoren der Anzahl der Eigenwerte, die größer als 1 sind; wir haben dieses Kriterium, das auch als Kaiser-Kriterium bekannt ist, verwendet. Die Eigenwerte werden der Größe nach absteigend sortiert und mit den entsprechend umsortierten assoziierten Eigenvektoren kann dann eine sogenannte Rotationsmatrix definiert werden, welche die Korrelationsmatrix diagonalisiert und durch die die maximalen Varianzen sukzessive aufgeklärt werden.

Um die Faktoren inhaltlich interpretierbar zu machen, muss eine Rotation durchgeführt werden. Wir haben uns für die sehr gebräuchliche Varimax-Rotation entschieden, die zu den orthogonalen Rotationstechniken gehört und bei der die Faktoren unkorreliert bleiben. Hierbei wird die Varianz der quadrierten Faktorladungen pro Faktor maximiert, wodurch erreicht wird, dass Items auf einem Faktor eine hohe Ladung und auf allen anderen Faktoren eine möglichst niedrige Ladung besitzen.

Die Ladungen der Items auf einem Faktor nehmen Werte zwischen 0 und 1 an¹⁵. Wir

¹⁵Negative Ladungen, d.h. Werte zwischen -1 und 0 , können durch Umpolen des entsprechenden Items

werden in dieser Arbeit das gängige Kriterium verwenden, dass die Ladung eines Items auf einem Faktor mindestens .4 und auf den übrigen Faktoren maximal .3 betragen darf. Tritt als Ladung auf einem anderen Faktor dennoch ein Wert größer als .3 auf, spricht man von einer hohen Nebenladung.

Abschließend müssen für die ermittelten Faktoren sinnvolle Interpretationen gefunden werden. Genau darin besteht jedoch einer der größten Kritikpunkte an der Faktorenanalyse. Je nach gewählter Methode können aus mathematischer Sicht unterschiedlichste faktorenanalytische Lösungen und damit auch ebensoviele Interpretationen gleichberechtigt nebeneinanderstehen. Zudem hängt die Interpretation der Faktoren sehr stark von der Perspektive des Untersuchungsleiters ab. Da es aber nicht unser Ziel ist, ein bestehendes Modell zu „beweisen“, sondern ein Modell aufzustellen, kann dieser Kritikpunkt vernachlässigt werden.

7.6.2. Clusteranalyse

Da eines unserer Hauptziele dieser Arbeit in der Klassifikation von Studienanfängern der Mathematik besteht, greifen wir dazu auf clusteranalytische Verfahren zurück. Clusteranalytische Verfahren werden eingesetzt, um die durch eine Anzahl von Variablen beschriebenen Objekte nach ihrer Ähnlichkeit bzw. Verschiedenheit zu gruppieren. Ausgehend von einer Gesamtmenge ist demnach das Ziel einer Clusteranalyse das Bilden von homogenen Gruppen, den sogenannten Clustern, die folgenden Vorstellungen entsprechen sollen:

1. Die Objekte innerhalb eines Clusters sollen sich untereinander möglichst wenig unterscheiden (*Homogenität*).
2. Die Objekte verschiedener Cluster sollen möglichst unterschiedlich sein (*Heterogenität*).

In der Literatur wird kontrovers darüber diskutiert, inwieweit die für die Clusteranalyse ausgewählten Variablen miteinander korrelieren dürfen (vgl. bspw. Arabie & Hubert (1994) oder Milligan & Hirtle (2003)). Da nach Milligan (1996, S. 347f.) die Clusteranalyse grundsätzlich keine Unkorreliertheit der Variablen voraussetzt, haben wir uns dazu entschlossen, in der vorliegenden Arbeit Korrelationen der Clustervariablen untereinander zuzulassen.

Bei einer Clusteranalyse kann man zwischen verschiedenen Verfahren zur Gruppenbildung auswählen. Durch diese Methodenvielfalt ist es schwierig, für ein gegebenes Problem das geeignete Verfahren auszuwählen. Nach Bortz & Schuster (2010)

hat sich die Kombination zweier Methoden in der Praxis bewährt. Mit der **Ward-Methode** wird zunächst eine Anfangspartition erzeugt, die im Anschluss daran mit der **k-Means-Methode** verbessert wird. Es empfiehlt sich außerdem vor der eigentlichen Clusteranalyse das **Single-Linkage-Verfahren** durchzuführen, um „ungünstige“ Fälle, sogenannte Ausreißer, zu ermitteln und diese von vornherein von der Analyse auszuschließen. Im Folgenden werden wir die Grundprinzipien dieser drei Verfahren erläutern.

Das **Single-Linkage-Verfahren** zählt zu den agglomerativen hierarchischen Verfahren, die ausgehend von der feinsten Partition die Objekte schrittweise in Gruppen zusammenfassen. Zu Beginn wird jedem Objekt n ein eigenes Cluster zugewiesen. Im ersten Schritt werden dann die beiden Objekte zu einem Cluster fusioniert, welche die kleinste Distanz haben. Im nächsten Schritt werden von den verbliebenen $n - 1$ Clustern die beiden Cluster vereint, welche die am nächsten befindlichen Nachbarobjekte (*nearest neighbour*) beinhalten. Das Prozedere wird so lange wiederholt bis schließlich alle Objekte in einem Cluster liegen. Bei einem solchen Vorgehen lässt sich häufig das Phänomen der *Kettenbildung* beobachten. Weil die Verschiedenheit zweier Cluster ausschließlich über die kleinste Unähnlichkeit von jeweils einem Objekt der beiden Cluster bewertet wird, kann es durch diese sogenannten „Brückenobjekte“ (*Single Links*) zu Clustergebilden kommen, die auch Objekte mit einer geringen Ähnlichkeit beinhalten können. Bei diesem iterativen Vorgehen entstehen im Allgemeinen viele kleine und wenige große Cluster. Aufgrund dieser Eigenschaften ist das Single-Linkage-Verfahren nicht zur Bestimmung einer geeigneten Clusterlösung zu gebrauchen. Diese Methode bietet uns aber einen anderen, entscheidenden Vorteil. Objekte, die eine geringe Ähnlichkeit zu den übrigen Objekten aufweisen, werden erst in den letzten Schritten der Iteration einem großen Cluster beigefügt. Dadurch ist es möglich, diese *Ausreißer* zu identifizieren. Mit Hilfe von *Dendrogrammen* kann die Clusterbildung im Verlauf der Clusteranalyse grafisch veranschaulicht werden. Abgesehen von der Reihenfolge, in der die Cluster gebildet werden, kann aus dem Dendrogramm auch der Abstand zwischen den zusammengefassten Clustern entnommen werden. Da die Ausreißer beim Single-Linkage-Verfahren erst in den letzten Iterationsschritten zu dem großen Cluster hinzugefügt werden und zudem einen verhältnismäßig großen Abstand zu den anderen Objekten innerhalb des Clusters haben, lassen sie sich im Dendrogramm relativ leicht erkennen.

Das **Ward-Verfahren**, mit dem die anfängliche Clusterlösung gebildet wird, gehört ebenfalls zu den agglomerativen hierarchischen Verfahren und ähnelt daher im Ablauf der Single-Linkage-Methode. Sofern nicht nur Objekte mit intervallskalierten Merkmalen in der Clusteranalyse berücksichtigt werden sollen oder Variablen mit unterschiedlichen Skalenniveaus zugrunde gelegt werden, ist es erforderlich, diese Varia-

blen zunächst mit Hilfe einer z -Transformation zu standardisieren. Dann wird zu Beginn des Ward-Verfahrens jedem Objekt n ein eigenes Cluster zugewiesen. Während beim Single-Linkage-Verfahren der Abstand von zwei Clustern immer als kleinster Wert der Einzeldistanzen aufgefasst wird, wird beim Ward-Verfahren die quadrierte euklidische Distanz als Abstandsmaß zwischen den Objekten verwendet. Dadurch sollen diejenigen Objekte zu möglichst homogenen Clustern vereinigt werden, die die Fehlerquadratsumme möglichst wenig erhöhen. In jedem Iterationsschritt werden zwei Cluster fusioniert, so dass nach $n - 1$ Schritten alle n Objekte in einem einzigen Cluster liegen. Aus diesem hierarchischen System, das von n Clustern bis hin zu einem einzigen Cluster reicht, muss nun die Lösung des Clusterproblems ausgewählt werden. Hierzu bedient man sich des Dendrogramms, in dem der vollständige Fusionierungsprozess grafisch in Form einer Baumstruktur dargestellt werden kann. Wie auch beim Single-Linkage-Verfahren kann man dem Dendrogramm entnehmen, in welcher Reihenfolge die Objekte zu Clustern vereinigt werden und welcher Abstand zwischen den fusionierten Objekten vorliegt. Um eine geeignete Lösung zu bestimmen, ermittelt man die Stelle im Dendrogramm, an der sich das Abstandsmaß zwischen zwei Clustern sprunghaft, überproportional erhöht. In der Praxis wird das Verfahren an dieser Stelle abgebrochen und man hat die Anzahl der Cluster sowie die Aufteilung der Objekte auf die Cluster gefunden. Der Ward-Algorithmus tendiert allerdings dazu, Cluster mit annähernd gleich großen Belegungszahlen zu bilden. Dies kann von Nachteil sein, wenn die beste Lösung aus unterschiedlich großen Clustern besteht. Aus diesem Grund verwendet man die durch die Ward-Methode ermittelte Clusterlösung als Anfangspartition und versucht, diese durch die **k-Means-Methode** zu optimieren.

Die **k-Means-Methode** ist ein nicht-hierarchisches Verfahren, das mit einer vorgegebenen Clusterlösung startet und ausgehend davon versucht, diese durch schrittweises Verschieben von Objekten zwischen den Clustern nach einem festgelegten Kriterium zu verbessern. Der k-Means-Algorithmus startet mit der durch das Ward-Verfahren ermittelten Clusterlösung. Für die Cluster werden zunächst die jeweiligen Clusterschwerpunkte berechnet; daher stammt auch der Name der k-Means-Methode. Dann werden für alle Objekte beginnend mit dem ersten Objekt des ersten Clusters sukzessive die euklidischen Distanzen zu allen Clusterschwerpunkten ermittelt. Findet man ein Objekt, das zu dem Schwerpunkt eines anderen Clusters eine geringere Distanz aufweist als zum Schwerpunkt des eigenen Clusters, so wird dieses Objekt in dieses Cluster verschoben. Für die beiden durch diese Verschiebung betroffenen Cluster werden die Clusterschwerpunkte neu bestimmt. Dann startet man erneut mit dem ersten Objekt des ersten Clusters und sucht nach dem nächsten Objekt, das zum Schwerpunkt des eigenen Clusters einen größeren Abstand aufweist als zum Schwerpunkt eines anderen Clusters. Das Verfahren bricht erst dann ab, wenn sich eine Clusterlösung durch

weiteres Verschieben von Objekten nicht mehr verbessern lässt.

Streng genommen stellen Clusteranalysen kein Prognosemodell dar, mit dem Gruppenzugehörigkeiten anderer Objekte vorhergesagt werden können. Es ist aber möglich und auch legitim, Clusteranalysen zunächst für eine explorative Gruppierung von Objekten zu verwenden und das Ergebnis anschließend mit einer Diskriminanzanalyse hinsichtlich der Cluster zu validieren (vgl. Bortz & Schuster (2010)). Bei einem solchen Vorgehen wird die Clusterzugehörigkeit als abhängige und die Clustervariablen als unabhängige Variablen verwendet; durch diesen Aufbau sind hochsignifikante Ergebnisse zu erwarten. Um diesen Schwachpunkt auszugleichen und um die Clusterlösung zu validieren, wird empfohlen, zusätzlich eine Diskriminanzanalyse mit externen Variablen, die nicht bei der Clusterbildung verwendet wurden, zu verwenden oder alternativ eine Kreuzvalidierung durchzuführen.

8. Ergebnisse der Studie

In Kapitel 7 haben wir die Methodologie unserer Untersuchung dargelegt und berichtet, dass dabei zwei Fragebögen zum Einsatz gekommen sind. Der erste wurde vor Beginn der Vorlesungen von Studienanfängern der Mathematik ausgefüllt und der zweite von Personen derselben Gruppe gegen Ende des ersten Fachsemesters. Die Ergebnisse der ersten Befragung erwiesen sich als wenig aussagekräftig. Daher stellen wir diese in Abschnitt 8.1 zunächst kurz dar und werden anschließend in Abschnitt 8.2 ausführlich die Ergebnisse der zweiten Befragung präsentieren und mit deren Hilfe Studierendentypen ermitteln, die unterschiedlich hohe Studienabbruch- und Studienfachwechselwahrscheinlichkeiten besitzen.

8.1. Analyse und Ergebnisse des ersten Fragebogens

Von den Fragebögen, die für die erste Erhebung ausgefüllt worden sind, wurden insgesamt 216 bei der Analyse berücksichtigt. 137 der befragten Studienanfänger sind männlich und 79 weiblich; dies entspricht einer Frauenquote von 36,6%. Dabei hatten sich 64,4% der Anfänger für den Bachelorstudiengang Mathematik, 31,5% für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik und 2,8% für den Bachelorstudiengang Technomathematik eingeschrieben. Es sei darauf verwiesen, dass das Studienfach Mathematik an allen an der Befragung beteiligten Universitäten angeboten wird, während Wirtschaftsmathematik nur von Dortmund und Duisburg-Essen angeboten wird und Technomathematik ausschließlich in Duisburg-Essen belegt werden kann.

Wir werden die Daten für alle Studienfächer zusammen auswerten und nur an den Stellen explizit darauf hinweisen, an denen wir zusätzlich nach dem Studienfach differenziert haben. In den nachfolgenden Abschnitten analysieren wir die im Fragebogen abgefragten Prädiktoren und erhalten dadurch erste Aufschlüsse darüber, ob diese Prädiktoren im Kontext des Studienabbruchs und Studienfachwechsels in mathematischen Studiengängen in der Studieneingangsphase von Bedeutung sind.

8.1.1. Analyse der Prädiktoren

8.1.1.1. Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse

In 59,8% der Fälle war das Interesse für Mathematik von Anfang an sehr groß und bei 26,8% hat es sich während der Schulzeit kontinuierlich entwickelt. Beide Kategorien lassen auf ein „echtes“ Interesse an der Mathematik schließen, dass die Befragten darin bestärkt hat, ebendieses Fach zu studieren. Demgegenüber geben lediglich 13,4% der Befragten an, dass das Interesse in Abhängigkeit vom Lehrer (4,8%) oder vom Thema (8,6%) immer wieder geschwankt hat.

Wie wir bereits bei der Beschreibung der Fragebogenkonstruktion erläutert haben (vgl. Kapitel 7.3.1), wurde das Themengebiet Analysis von allen Befragten in der Oberstufe ausführlich behandelt. Die Analytische Geometrie wurde in 75% der Fälle als zweites Themengebiet gewählt, während dies bei der Stochastik nur zu 25% der Fall war.

Von besonderem Interesse ist für uns, wie die Befragten ihre in der Schule erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten einschätzen. Aus diesem Grund haben wir in Frage 2 (vgl. Anhang C) 14 Items abgefragt, die allesamt die in der Oberstufe abgehandelten Themen abdecken und sich folglich den Gebieten Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik zuordnen lassen müssen. Um dies zu verifizieren, haben wir die Items dieser Frage einer Faktorenanalyse (vgl. Kapitel 7.6.1) unterzogen. Es stellte sich heraus, dass wir das Item *Folgen und Reihen* von der Analyse ausschließen mussten, da die meisten Befragten angaben, dieses Thema überhaupt nicht in der Schule behandelt zu haben.

Für die verbleibenden 13 Items ergibt sich die erwartete Lösung mit drei Faktoren. Im Folgenden listen wir die Faktoren auf und ordnen diesen die einzelnen Items und deren Ladungen zu.

Faktor 1	Ladungen
<i>Ableiten / Differenzieren</i>	.814
<i>Kurvendiskussion</i>	.779
<i>Extremwertprobleme</i>	.652
<i>Integrieren</i>	.690
<i>Grenzwertbestimmung</i>	.665
<i>Flächen-, Volumenberechnungen</i>	.474
<i>Lineare Gleichungssysteme</i>	.458

Tabelle 8.1.: *Items und Ladungen für den ersten Faktor*

Es fällt auf, dass die Items *Flächen-, Volumenberechnungen* und *Lineare Gleichungssysteme* gleichermaßen auf Faktor 1 und Faktor 2 laden. Dies lässt sich leicht dadurch erklären, dass Faktor 1 die Analysis und Faktor 2 die Analytische Geometrie beschreibt

und dass die in den Items beschriebenen Themen in beiden Gebieten Verwendung finden.

Faktor 2	Ladungen
<i>Flächen-, Volumenberechnungen</i>	.421
<i>Lineare Gleichungssysteme</i>	.427
<i>Vektorrechnung</i>	.874
<i>Geraden, Ebenen, Kugeln</i>	.804
<i>Matrizen</i>	.781

Tabelle 8.2.: *Items und Ladungen für den zweiten Faktor*

Der dritte Faktor enthält schließlich diejenigen Items, die der Stochastik zuzuordnen sind.

Faktor 3	Ladungen
<i>Kombinatorik</i>	.844
<i>Wahrscheinlichkeiten</i>	.858
<i>Testen von Hypothesen</i>	.861

Tabelle 8.3.: *Items und Ladungen für den dritten Faktor*

Mit Hilfe von Cronbachs Alpha als Reliabilitätskriterium (vgl. Kapitel 7.2.2) untersuchen wir die drei Dimensionen auf interne Konsistenz. Da für den Faktor 1 Cronbachs Alpha den Wert .812, für den Faktor 2 den Wert .783 und für den Faktor 3 den Wert .829 annimmt und alle Werte demzufolge annähernd bei .8 oder darüber liegen, deutet alles auf eine gute interne Konsistenz der Dimensionen hin.

Die bisherige Analyse gibt uns noch keinen Aufschluss über die Selbsteinschätzung der Befragten hinsichtlich der drei identifizierten Faktoren. Um dies möglich zu machen, müssen wir zunächst alle Items innerhalb eines Faktors zu einer neuen Variable bündeln. Dafür schließen wir die Bögen aus, in denen Befragte innerhalb eines Faktors bei einem oder mehreren Items entweder kein(e) Kreuz(e) gemacht oder *nicht behandelt* markiert haben. Mit den verbliebenen Fragebögen wird wie folgt verfahren: Die Itemwerte innerhalb eines Faktors werden aufsummiert und mit Hilfe einer linearen Transformation¹ auf eine Skala von 0 bis 5 abgebildet. Dies hat den Vorteil, dass jede Antwortkategorie eine Intervallbreite von 0,8 besitzt. Zum besseren Verständnis stellen wir in Tabelle 8.4 die neuen Skalenwerte und ihre Bedeutung dar.

¹Folgende Transformationsformel wurde für jeden der drei Faktoren verwendet:

$$\left(\frac{(\text{Summe der Faktorwerte})}{(\text{Anzahl der Items})} - 1 \right) \cdot \frac{5}{4}$$

	Skalenwert von ($>$) ... bis (\leq)	Durchschnittswert pro Item
<i>sehr gut</i>	0 - 1	1 - 1,8
<i>gut</i>	1 - 2	1,8 - 2,6
<i>mittel</i>	2 - 3	2,6 - 3,4
<i>schlecht</i>	3 - 4	3,4 - 4,2
<i>sehr schlecht</i>	4 - 5	4,2 - 5

Tabelle 8.4.: Skalenwerte nach der linearen Transformation

Mit Hilfe dieses Vorgehen sind wir nun in der Lage, auszuwerten, wie die Befragten ihre Fähigkeiten in den Bereichen Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik einschätzen. In Tabelle 8.5 sind die Häufigkeitsverteilungen für die drei Faktoren dargestellt.

	Analysis	Analytische Geometrie	Stochastik
<i>sehr gut</i>	44,9	61,3	8,3
<i>gut</i>	46,4	29,4	22,2
<i>mittel</i>	7,7	7,2	46,3
<i>schlecht</i>	1,0	2,1	13,9
<i>sehr schlecht</i>	0	0	9,3

Tabelle 8.5.: *Einschätzung (in Prozent) der Fähigkeiten in Analysis, Analytischer Geometrie und Stochastik*

In Analysis (arithmetisches Mittel = 1,09; Median = 1,07; Standardabweichung = 0,676) bescheinigen sich 91,3% der Befragten gute bis sehr gute Kenntnisse und in Analytischer Geometrie (arithmetisches Mittel = 1,04; Median = 1,00; Standardabweichung = 0,772) zeichnet sich mit 90,7% ein ähnliches Bild ab. Da die Grundvorlesungen Lineare Algebra und Analysis im ersten Fachsemester auf diesen Themengebieten aufbauen, ist diese Selbsteinschätzung der Studierenden ein Indiz dafür, dass sie sich ein Mathematikstudium zutrauen. Ganz anders verhält es sich dagegen mit der Stochastik (arithmetisches Mittel = 2,45; Median = 2,50; Standardabweichung = 1,096). Hier geben lediglich 30,5% der Befragten an, über sehr gute oder gute Kenntnisse zu verfügen. Demgegenüber schätzen 23,2% ihr Verständnis in diesem Gebiet als schlecht oder sehr schlecht ein; fast jeder Zweite ordnet sich im mittleren Bereich ein.

Neben den drei großen Themengebieten interessieren uns die Kompetenzen, über welche die Schüler laut dem Kernlehrplan Mathematik in Nordrhein-Westfalen nach Beendigung der Sekundarstufe I verfügen sollen. Dabei werden prozessbezogene (*kommunizieren, präsentieren und argumentieren; Probleme erfassen, erkunden und lösen; Modelle erstellen und nutzen; Medien und Werkzeuge verwenden*) und inhaltsbezogene

Kompetenzen (*mit Zahlen und Symbolen umgehen; Beziehungen und Veränderungen mathematisch beschreiben und erkunden; ebene und räumliche Strukturen nach Maß und Form erfassen; mit Daten und Zufall arbeiten*) unterschieden. Da eine Faktorenanalyse kein reliables Ergebnis lieferte, fassen wir alle Items der Frage 4 zusammen und berechnen nach dem bereits beschriebenen Verfahren einen Wert, der die Einschätzung der Befragten bezogen auf die gesamte Itemanzahl widerspiegelt. Nach dieser Methode sind 73,1% der Ansicht, diese Kompetenzen gut bis sehr gut zu beherrschen. Knapp ein Viertel der Befragten ordnet sich in der Mitte ein und lediglich 1% der Befragten ist der Meinung, über unzureichende Kenntnisse und Fähigkeiten der eben erläuterten Kompetenzen zu verfügen.

In Anbetracht der angesprochenen Themen fühlen sich 46,2% der Befragten gut bis sehr gut durch die Schule auf das Mathematikstudium vorbereitet; 43,8% sind zurückhaltend und wählen die Mitte. Lediglich 10% der Befragten sind der Ansicht, dass die Schule sie schlecht oder sogar sehr schlecht auf ein Studium vorbereitet hat.

In der Literatur wird auch das „Weltbild“, das die Studierenden von Mathematik haben, als ein Prädiktor für den Studienabbruch und Studienfachwechsel angesehen (vgl. Kapitel 5.3.1). Aus diesem Grund haben wir aus dem Fragebogen von Curdes et al. (2003b) eine Frage übernommen, in welcher drei Dimensionen von Mathematik behandelt werden. Der erste Faktor bezieht sich auf Mathematik als deduktives Wissenssystem, der zweite Faktor behandelt die aktive, persönliche Beziehung zur Mathematik und der letzte Faktor beinhaltet die Nützlichkeit von Mathematik. Wir unterzogen unsere Befragungsergebnisse für diese Frage einer Faktorenanalyse und erhielten keine konsistente Lösung. Über 70% der Befragten gaben an, dass die Aussagen *Ich finde Mathematik interessant, weil sie streng logisch aufgebaut ist, weil sie viele wichtige Anwendungen hat, weil sie klar und eindeutig ist, weil sie überall auf der Welt in gleicher Weise betrieben wird und weil sie mich intellektuell herausfordert* zutreffen. Den Aussagen *Ich finde Mathematik interessant, weil sie wertfrei ist und weil sie eine lebende Wissenschaft ist* stimmten noch knapp die Hälfte aller Befragten zu.

8.1.1.2. Leistungskurswahl und Notendurchschnitt

Wir widmen uns zunächst den Schulformen, auf denen die Befragten ihre Hochschulreife erworben haben. 74,6% der Probanden stammen von einem Gymnasium, 13,6% von einer Gesamtschule und 10,3% von einem Berufskolleg; die restlichen 1,5% entfallen auf Studienanfänger, die ihre Hochschulzulassung durch den Besuch einer freien Waldorfschule erlangt haben. Bei der Wahl des mathematischen Studienfaches lassen sich keine Unterschiede zwischen den Absolventen verschiedener Schulformen ausmachen. Etwa 65% entscheiden sich jeweils für den Bachelorstudiengang Mathematik,

31% für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik und 4% für den Bachelorstudiengang Technomathematik.

Ebenso müssen wir berücksichtigen, wie viele der Studienanfänger einen Mathematik-Leistungskurs und wie viele einen Mathematik-Grundkurs belegt haben. 86,7% der Studienanfänger, die von einem Gymnasium stammen, hatten einen Leistungskurs belegt, während bei Probanden von einer Gesamtschule oder einem Berufskolleg nur circa 69% die gleiche Wahl getroffen haben.

In der Literatur wird die Durchschnittsnote im Abitur als einer der besten Prädiktoren für den Studienerfolg angeführt. In Tabelle 8.6 stellen wir die Verteilung der Noten in Abhängigkeit von der Schulform dar. Es fällt auf, dass Studienanfänger, die vorher ein Gymnasium besucht haben, zu fast einem Drittel mit einem Einschnitt ihr Abitur erworben haben; bei Gesamtschulen gehören zu dieser Gruppe dagegen 21,4% und bei Berufskollegs nur 13,6%. Einen mittleren Notenschnitt hat etwas weniger als die Hälfte aller Gymnasiasten; bei den Gesamtschulen und Berufskollegs beläuft sich die Quote auf circa 60%. Dementsprechend haben etwas mehr als 20% der Studienanfänger von einem Gymnasium oder einer Gesamtschule einen Notendurchschnitt im Dreierbereich; bei Berufskollegs betrifft dies fast 30% der Probanden.

	Gymnasium	Gesamtschule	Berufskolleg
<i>1,0 - 1,9</i>	31,6	21,4	13,6
<i>2,0 - 2,9</i>	45,2	57,2	59,1
<i>3,0 - 3,9</i>	23,2	21,4	27,3

Tabelle 8.6.: *Verteilung der Durchschnittsnote im Abitur (in Prozent) differenziert nach Schulform*

Neben der Durchschnittsnote im Abitur ist für die Prognose des Studienerfolgs in einem Studium der Mathematik auch die Mathematiknote von Aussagekraft (vgl. Kapitel 5.3.3). Aus diesem Grund stellen wir in Tabelle 8.7 die Verteilung der Mathematiknoten² in Abhängigkeit von Schulform und Leistungs- bzw. Grundkurs dar.

Vergleichen wir die Noten der Leistungskursschüler miteinander, so sehen wir, dass die Gymnasiasten auch hier bei der Bestnote mit etwas mehr als 60% deutlich vor den Gesamtschülern (40%) und den Berufskollegschülern (27,3%) liegen. Bei den Grundkursen mit der Note *sehr gut* liegen dagegen die Gesamtschüler (57,1%) vor den Gymnasiasten (44,4%) und den Berufskollegschülern (33,3%). Ebenso wird deutlich, dass sich im Regelfall nur Schüler – unabhängig davon, ob sie einen Grund- oder

²In Frage 21 musste die Mathematiknote in Punkten angegeben werden. Daher war es erforderlich, diese in eine Note umzurechnen. 15 bis 13 Punkte entsprechen einem *sehr gut*, 12 bis 10 einem *gut*, 9 bis 7 einem *befriedigend*, 6 bis 4 einem *ausreichend*, 3 bis 1 einem *mangelhaft* und 0 einem *ungenügend*.

Leistungskurs belegt haben – mit einem *sehr gut* oder *gut* für ein Mathematikstudium entscheiden.

Note	Gymnasium		Gesamtschule		Berufskolleg	
	LK	GK	LK	GK	LK	GK
<i>sehr gut</i>	61,2	44,4	40,0	57,1	27,3	33,3
<i>gut</i>	34,5	50,0	46,7	42,9	72,7	66,7
<i>befriedigend</i>	4,3	0	13,3	0	0	0
<i>ausreichend</i>	0	5,6	0	0	0	0

Tabelle 8.7.: Verteilung der Mathematiknoten (in Prozent) differenziert nach Schulform und Kursart

8.1.1.3. Studienwahlmotive

Als nächsten Prädiktor fassen wir die Studienwahlmotive ins Auge, auch wenn ein Großteil der Studien zu diesem Thema besagt, dass die Studienwahl zumeist intrinsisch motiviert ist (vgl. Kapitel 5.3.4). Nach Brandstätter et al. (2001) kann demgegenüber aber eine nicht intrinsisch motivierte Wahl das Studienfachwechselrisiko erhöhen.

Die von uns abgefragten Studienwahlmotive lassen sich laut Heublein et al. (2009) in fünf Gruppen einteilen. Zu der ersten Gruppe gehören die Items *persönliche Neigungen und Begabungen*, *großes Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten*, *generelles Interesse am Fach seit der Schulzeit* und *um mich persönlich zu entfalten*. Diese Items beschreiben eine intrinsische Wahl. Die zweite Gruppe umfasst die extrinsischen Beweggründe und besteht aus den Items *günstige Berufsaussichten*, *gute Verdienstmöglichkeiten* und *um einen angesehenen Beruf zu bekommen*. Die dritte Gruppe umfasst die Items *Ratschläge von Eltern oder Freunden* und *Ratschläge von Studien- oder Berufsberatern* und beschreibt eine durch Ratschläge beeinflusste Studienwahl. Neben diesen Gruppen gibt es noch eine weitere, die sich mit einem ungewissen Studienwunsch befasst und zu der die Items *zufällige Entscheidung*, *keine Zulassung für das Wunschfach* und *unter den vorhandenen Möglichkeiten erschien es mir als das kleinste Übel* zählen. Daneben gibt es noch den festen Berufswunsch, der durch das Item *bestimmter Berufswunsch* beschrieben wird.

Wie erwartet dominiert die intrinsische Studienwahl; 80% aller Befragten nannten ein intrinsisches Motiv als ausschlaggebenden Grund für die Wahl des Studienfaches. Danach folgen die extrinsischen Motive (9,9%), ungewisser Studienwunsch (2,9%), fester Berufswunsch (2,4%) und Rat von anderen (1,9%). Zwei Items lassen sich nicht den fünf Gruppen zuordnen; auf das Item *kurze Studienzeiten* entfielen 0% und auf *die Studienwahl stand seit Längerem fest* immerhin 2,9%. Zwischen den Geschlechtern lassen sich keine Unterschiede ausmachen.

Da die Befragung in einer Zeit stattfand, in der der Ruf nach Fachkräften im MINT-Sektor³ laut wurde, lag die Frage nahe, ob die Studienwahl auch durch diese anscheinend günstigen Arbeitsmarktaussichten nach dem Abschluss beeinflusst worden ist. Diese Annahme bewährte sich; 56,9% der Befragten gaben an, dass Arbeitsmarktüberlegungen bei der Studienwahl eine große oder sehr große Rolle gespielt haben. Lediglich bei 16,7% spielte sie keine bzw. überhaupt keine Rolle.

8.1.1.4. Teilnahme an Brückenkursen

Von den Befragten haben 70% den Brückenkurs besucht, der von allen an der Umfrage beteiligten Universitäten vor Studienbeginn angeboten worden ist. Dabei lassen sich keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studienanfängern sowie zwischen Personen mit einem Mathematik-Leistungskurs oder Mathematik-Grundkurs in der schulischen Oberstufe ausmachen.

Annähernd 95% der männlichen und circa 87% der weiblichen Studienanfänger, die einen Brückenkurs besucht haben, empfanden diesen auch als hilfreich. Gefragt, warum sie sich für den Besuch des Brückenkurses entschieden haben, antworteten viele der Probanden, dass sie ihre Schulkenntnisse auffrischen wollten, dass sie den Campus kennenlernen wollten, dass sie neue Kontakte zu Kommilitonen knüpfen wollten und dass sie einen ersten Eindruck von der Gestaltung der Vorlesungen erhalten wollten. Demgegenüber antworteten Studienanfänger, die nicht an einem Brückenkurs teilgenommen haben, dass sie teilweise nichts von einem solchen Angebot wussten, dass sie im Urlaub waren oder einen Ferienjob hatten, dass sie glaubten, gut genug vorbereitet zu sein oder dass sie sich erst sehr spät für ein Mathematikstudium entschieden hatten.

8.1.1.5. Lernstrategien

Bei den Lernformen, die von den Befragten in der Schule angewendet wurden, kristallisierte sich heraus, dass zumeist alleine gelernt worden ist. Auf das Item *Ich lerne meistens alleine* antworteten annähernd 70% der Befragten mit *trifft zu* oder mit *trifft eher zu*. Komplementär dazu gaben etwa 30% an, mit anderen gelernt zu haben.

Beim Lernen war es 87,4% der Probanden wichtig, den „Stoff“ völlig zu verstehen. Demgegenüber gaben lediglich 6% an, dass sie für Klausuren Begriffe, Formeln und Verfahren auswendig lernten, ohne diese völlig zu verstehen. Knapp über die Hälfte der Befragten gab zudem an, Hausaufgaben regelmäßig gemacht zu haben.

Auffällig ist, dass fast 70% der Befragten das Item *Ich habe im Unterricht sofort alles verstanden und musste zu Hause kaum etwas machen* mit *trifft zu* oder mit *trifft eher*

³MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

zu beantwortet haben, während etwa 22% angaben, sehr viel für Klassenarbeiten gelernt zu haben. Diese Beobachtung deckt sich mit den subjektiven Einschätzungen, die man in Gesprächen mit Studienanfängern und Mathematikstudierenden im Allgemeinen erhält. Viele berichten, dass ihnen während der Schulzeit „der Großteil zugeflogen ist“ und sie gar nicht wissen „wie man eigentlich lernt“. Genau in diesem Punkt gibt es einen Bruch beim Übergang von Schule zu Hochschule. Im Studium fliegt den Wenigsten etwas zu und die Meisten müssen hart arbeiten und viel lernen, um Schritt halten zu können.

Wir dürfen nicht übersehen, dass das von den Probanden beschriebene Lernverhalten ausschließlich ein Abbild der Schulzeit ist. Durch den Übergang zum Studium und der Konfrontation mit „abstrakter“ Mathematik kann es dazu kommen, dass die Befragten im Studium beginnen, andere als die aus der Schule üblichen Lernstrategien zu verwenden. Im zweiten Fragebogen werden wir daher ein Augenmerk darauf richten, welche Angaben die Befragten nach den ersten Studienmonaten zu ihrem Lernverhalten machen.

8.1.1.6. Erwartungen an sich selbst und an die Lehre an der Hochschule

Wir widmen uns zunächst den Erwartungen, welche die Studienanfänger an ihre eigene Person haben. Wir haben eine Faktorenanalyse für die Items der Frage 12 durchgeführt und dabei *Ich erwarte von mir persönlich, dass ich Hilfe von anderen Studierenden bekomme* und *Ich erwarte von mir persönlich, dass ich das Studium in der Regelstudienzeit abschließen werde* ausschließen müssen, um eine bessere Reliabilität zu erzielen. Die Faktorenanalyse liefert eine Lösung mit drei Faktoren. Die Items⁴ und deren Ladungen sind für die drei Dimensionen in den Tabellen 8.8 bis 8.10 dargestellt.

Faktor 1: <i>Ich erwarte von mir persönlich, dass...</i>	Ladungen
<i>ich zu den Leistungsstarken gehören werde</i>	.631
<i>ich mit dem Tempo in den Vorlesungen gut zurecht kommen werde</i>	.698
<i>ich die wöchentlichen Übungsaufgaben problemlos bewältigen werde</i>	.796
<i>ich mich schnell an die mathematischen Denkprozesse gewöhnen werde</i>	.733
<i>ich Klausuren und Prüfungen ohne Probleme bewältigen werde</i>	.680

Tabelle 8.8.: Items und Ladungen für den ersten Faktor

⁴Items, die mit einem * gekennzeichnet sind, wurden bei der Analyse umgepolt.

Faktor 2: <i>Ich erwarte von mir persönlich, dass...</i>	Ladungen
<i>ich dem Leistungsdruck vielleicht nicht gewachsen bin</i>	.591
<i>die Konkurrenz unter den Studierenden mir zu schaffen machen wird</i>	.794
<i>mir die Umstellung auf das Mathematikstudium schwer fallen wird</i>	.591
<i>ich genügend Durchhaltevermögen besitze und nicht sofort bei den ersten Problemen das Studium aufgeben *</i>	.496

Tabelle 8.9.: Items und Ladungen für den zweiten Faktor

Faktor 3: <i>Ich erwarte von mir persönlich, dass...</i>	Ladungen
<i>ich viel Zeit und Arbeit für das Studium aufwenden muss</i>	.631
<i>ich ähnliche Probleme und Erfolge wie andere Studierende haben werde</i>	.698

Tabelle 8.10.: Items und Ladungen für den dritten Faktor

Für den ersten Faktor ergibt sich .787 als Wert für Cronbachs Alpha. Für den zweiten Faktor beträgt Cronbachs Alpha .583 und für den dritten .981. Die Werte des ersten und des dritten Faktors liegen in einem sehr guten Bereich, während das Alpha des zweiten Faktors zu niedrig ausfällt. Trotz dieser Abweichung können wir auf eine interne Konsistenz der Dimensionen schließen.

Faktor 1 beinhaltet die Items, die für eine optimistische Haltung der Betroffenen bei der Umstellung auf das Mathematikstudium stehen. Faktor 2 drückt eine pessimistische Haltung aus und Faktor 3 steht für eine realistische Einstellung.

Wie bereits zuvor in Abschnitt 8.1.1.1 fassen wir die Items innerhalb eines Faktors zusammen und berechnen mit Hilfe einer linearen Transformation eine neue Variable. Dadurch sind wir in der Lage, für die drei Faktoren auszuwerten, wie die Befragten die Umstellung auf das Studium erwarten. In Tabelle 8.11 sind die Häufigkeitsverteilungen für die drei Faktoren dargestellt.

	optimistisch	realistisch	pessimistisch
<i>trifft zu</i>	6,7	51,4	0
<i>trifft eher zu</i>	39,5	40,5	1,9
<i>mittel</i>	44,3	5,2	18,6
<i>trifft eher nicht zu</i>	8,1	2,9	43,3
<i>trifft nicht zu</i>	1,4	0	36,2

Tabelle 8.11.: Selbsteinschätzung (in Prozent) zur Umstellung auf das Studium

91,9% der Befragten schätzen den Übergang ins Studium realistisch ein (arithmetisches Mittel = 1,01; Median = 0,63; Standardabweichung = 0,815) und sind der Meinung, dass sie einerseits viel Zeit und Arbeit für das Studium aufwenden müssen und andererseits ähnliche Probleme und Erfolge wie ihre Kommilitonen haben werden. Dennoch sind 46,2% der Probanden optimistisch (arithmetisches Mittel = 2,19; Median = 2,25; Standardabweichung = 0,790) und glauben, dass sie sich schnell im Studium zurechtfinden werden und dass sie keine Probleme mit dem Arbeitspensum haben werden. Annähernd die Hälfte steht dem allerdings skeptisch gegenüber und bezieht die neutrale Mittelposition. Auch wenn die Studienanfänger den Arbeitsaufwand und den Erfolg realistisch einschätzen und sich nicht sicher sind, ob sie zu den Leistungsstarken gehören werden und ob ihnen die Umstellung auf das Studium leicht fallen wird, sind fast 80% der Meinung, dass sie genügend Durchhaltevermögen besitzen und sich von eventuell auftretenden Problemen nicht abschrecken lassen werden (arithmetisches Mittel = 3,60; Median = 3,75; Standardabweichung = 0,792).

Darüber hinaus erwarten 63,2% der Befragten, dass sie im Studium von anderen Studierenden Hilfe bekommen werden. Außerdem sind 60% der Probanden überzeugt, dass sie das Studium in der Regelstudienzeit abschließen werden.

Befragt, was die Studienanfänger sich vom Mathematikstudium versprechen, antworteten mehr als 80%, dass das Studium hart aber machbar ist, dass sie lernen, wie in der Mathematik neue Erkenntnisse gewonnen werden und dass sie lernen, wie Mathematik angewendet wird. 91% der Befragten sind der Meinung, dass es im Mathematikstudium mehr auf Verstehen als auf Auswendiglernen ankommt. Demgegenüber ist aber nur knapp die Hälfte der Überzeugung, dass Kenntnisse aus dem Leistungskurs Mathematik wesentlich sind und dass das Studium praxis- und berufsbezogen ist. Außerdem erwarten etwa 65%, dass das Studium theoretisch und abstrakt wird und dass sie lernen, wie mathematische Algorithmen entwickelt werden. Auch schätzen die Studienanfänger die Wahlmöglichkeiten im Studium eher skeptisch ein. So glauben weniger als 40%, dass sie aus vielen Veranstaltungen wählen können.

Auch an ihre Dozenten haben die Studienanfänger durchweg eine optimistische Erwartungshaltung. Auf der einen Seite erwarten fast alle, dass die Dozenten in der Lage sind, die Mathematik, die sie lehren, auch an die Studierenden kommunizieren können. So glauben mehr als 90% der Befragten, dass die Dozenten gut auf die Vorlesungen vorbereitet sind, dass sie neue Sachverhalte gut erklären können und dass sie ihre Begeisterung für Mathematik auf die Studierenden übertragen können. Auf der anderen Seite erwarten die Studienanfänger auch, dass sie von den Dozenten Unterstützung und Anleitung erhalten. Etwa 80% der Probanden erwarten, dass die Professoren ihnen weiterführende Literatur empfehlen und ihnen ein Skript zur Verfügung stellen. 62,7% der Befragten glauben zudem, dass die Dozenten sich bei persönlichen Schwierigkei-

ten Zeit für sie nehmen.

8.1.2. Studienabbruch- und Studienfachwechselgründe

Basierend auf den in Kapitel 8.1.1 erläuterten Ergebnissen der Auswertung des ersten Fragebogens liegt die Annahme nahe, dass die Studierenden glauben, mit der Entscheidung für einen mathematischen Studiengang die richtige Wahl getroffen zu haben, und dass sie diese Entscheidung nicht so schnell wieder revidieren werden. Aus diesem Grund haben wir die Studienanfänger gefragt, was potentielle Gründe für einen Studienfachwechsel oder Studienabbruch sein könnten.

Die Aussicht, anstelle des Studiums eine Ausbildung zu beginnen, stellt für lediglich 3,3% der Befragten eine Option dar. Auch sind ein zu theoretisches Studium, zu harte Anforderungen oder ein Wechsel in einen anderen, interessanteren Studiengang für weniger als 15% der Befragten ein Grund, das Mathematikstudium aufzugeben. Anders verhält es sich, wenn das Studium nicht den Vorstellungen entspricht. In diesem Fall würden fast 40% der Studienanfänger einen Studienfachwechsel oder Studienabbruch in Erwägung ziehen.

Komplementär dazu sind 65,2% der Probanden der Ansicht, dass sie ihre Entscheidung für das Mathematikstudium nicht revidieren werden.

8.1.3. Zwischenresümee

Der erste Teil des ersten Fragebogens beschäftigte sich mit der Schulzeit und den dort erworbenen Fähigkeiten. Die Studienanfänger bewerten zum Großteil ihre Kenntnisse in Analytischer Geometrie und Analysis als gut bis sehr gut und fühlen sich durch die Schule ausreichend auf ein Studium vorbereitet. Aus diesem Grund werden wir im zweiten Fragebogen untersuchen, ob sich diese Einschätzung nach drei Monaten Studienrealität relativiert hat. Das Weltbild von der Mathematik und die Kompetenzen, die nach dem Kernlehrplan erworben werden sollten, brachten uns keine schlüssigen Ergebnisse und daher werden wir diese im zweiten Fragebogen nicht weiter berücksichtigen.

Während der Schulzeit dominiert der „Alleinlerner“ und die meisten Befragten gaben zudem an, dass sie für Mathematik in der Schule nicht viel lernen mussten. Dies wird sich aller Voraussicht nach während des ersten Fachsemesters ändern. Aus diesem Grund werden wir evaluieren, wie sich das Lernverhalten den Rahmenbedingungen an der Universität angepasst hat. Dabei liegt ein Fokus auf den wöchentlich zu bearbeitenden Übungsaufgaben.

Die Studienwahl erfolgte zu 80% aus intrinsischen Beweggründen. Da in Studien (vgl. Kapitel 5.3.4) jedoch häufig darauf hingewiesen wird, dass eine Studienwahl fundiert getroffen werden muss, d.h., dass auch die Fähigkeiten für die durch Interesse geprägte Studienwahl in genügendem Maß vorhanden sein müssen, und wir dies mit den uns zur Verfügung stehenden Befragungsergebnissen nicht überprüfen können, haben wir uns daher entschieden, diesen Prädiktor bei der zweiten Befragung außen vor zu lassen.

Der wichtigste und zum Zeitpunkt der ersten Befragung auch einzige Grund, weswegen Studienanfänger das gewählte Mathematikstudium vorzeitig beenden würden, war das Abweichen der Studienrealität von den Vorstellungen, die die Studierenden zu Studienaufnahme von diesem Studium hatten. Deswegen werden wir verstärkt darauf achten, in welchem Ausmaß sich Erwartungen an die eigene Person, an das Studium und die Dozenten in den ersten drei Monaten des Studiums entwickelt haben. Ebenso werden wir ermitteln, ob sich die durchweg gute Einschätzung des Brückenkurses retrospektiv verändert hat.

Zusätzlich werden wir in die Analyse der zweiten Befragung die Durchschnittsnote im Abitur, die Mathematiknote im Abitur, die Wahl von Mathematik als Grund- oder Leistungskurs und die Schulform, auf der die Hochschulreife erworben wurde, berücksichtigen.

Unsere Hypothese, dass Studienanfänger mit idealtypischen – teilweise an Utopie grenzenden – Vorstellungen ein Mathematikstudium beginnen, bewährte sich bei der Analyse der ersten Befragung. Aus den Ergebnissen haben wir erste Erkenntnisse gewonnen, die uns Hinweise auf mögliche Studienabbruch- und Studienfachwechselentscheidungen geben. Auch wenn dies nur Indizien sind, werden wir dennoch verstärkt bei der Analyse des zweiten Fragebogens auf diese Anhaltspunkte achten.

8.2. Analyse und Ergebnisse des zweiten Fragebogens

Wie bereits erläutert haben an der zweiten Befragung weniger Studierende als an der ersten Befragung teilgenommen, weil der Fragebogen in Dortmund nicht mehr eingesetzt worden ist und in Essen lediglich zwei Studierende den Fragebogen ausgefüllt zurückgegeben haben. Nach dem Sichten aller Fragebögen wurden 110 Bögen in die Analyse aufgenommen. Von diesen 110 Befragten sind 70 männlich und 40 weiblich. Die sich ergebende Frauenquote von 36,4% liegt in der gleichen Größenordnung wie der Frauenanteil der ersten Befragung, der bei 36,6% lag. Auch an der Aufteilung der Studierenden auf die Studienfächer hat sich nicht wesentlich etwas geändert. 70% studieren Mathematik, 25,5% Wirtschaftsmathematik und 4,5% Technomathematik. Der leichte Rückgang in der Wirtschaftsmathematik um sechs Prozentpunkte lässt sich da-

durch erklären, dass an der zweiten Befragung die Universität Dortmund, an der die Wirtschaftsmathematik besonders stark vertreten ist, nicht mehr beteiligt war.

Da in der zweiten Befragung fast ausschließlich Studierende der Hochschulstandorte Bochum und Duisburg teilgenommen haben, dürften wir theoretisch die Ergebnisse der zweiten Befragung auch nur mit den Ergebnissen der ersten Befragung für die selben Standorte vergleichen. Wir haben aus diesem Grund die Daten der ersten Befragung auf die besagten Standorte eingeschränkt und unter den gleichen Gesichtspunkten, die wir auch zuvor in Kapitel 8.1 betrachtet haben, analysiert und mit den zuvor präsentierten Ergebnissen verglichen. Da sich nur minimale Unterschiede ergeben haben, können wir die Ergebnisse der ersten Befragung, an der alle Hochschulen der Universitätsallianz Metropole Ruhr beteiligt waren, und der zweiten Befragung, die auf Bochum und Duisburg eingeschränkt wurde, miteinander vergleichen.

Aufgrund der geringen Fallzahl von 110 Fragebögen werden wir die Daten für alle Studienfächer zusammen auswerten und auf eine Differenzierung nach Studienfächern komplett verzichten. Wir werden zunächst einzeln die im Fragebogen abgefragten Prädiktoren auswerten und anschließend eine geeignete Auswahl für die daran anschließende Clusteranalyse treffen, mit der die Studierenden in Gruppen mit unterschiedlich hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselwahrscheinlichkeiten unterteilt werden.

8.2.1. Analyse der Prädiktoren

8.2.1.1. Schulische Vorbereitung und Vorkenntnisse

Die Auswertung der ersten Befragung ergab, dass die Probanden ihre Fähigkeiten und Kenntnisse in den in der Schule behandelten Themengebieten Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik unterschiedlich gut einschätzen und sich unterschiedlich gut von der Schule auf das Studium vorbereitet fühlen. In Frage 2 des zweiten Fragebogens haben wir die gleichen 14 Items, die bei der Analyse des ersten Fragebogens einer Faktorenanalyse unterzogen worden sind (vgl. Kapitel 8.1.1.1), erneut abgefragt und die Studierenden dieses Mal gebeten, die erworbenen Kenntnisse retrospektiv zu beurteilen.

Auch hier haben wir die Items einer Faktorenanalyse (vgl. Kapitel 7.6.1) unterzogen und mussten dieses Mal das Item *Grenzwertbestimmung* von der Analyse ausschließen, um eine höhere Reliabilität der Faktorenlösung zu erzielen. Für die restlichen 12 Items ergab sich die erwartete Lösung mit drei Faktoren. Im Folgenden listen wir die Faktoren auf und ordnen diesen die einzelnen Items und deren Ladungen zu.

Lediglich das Item *Flächen-, Volumenberechnungen* lädt nach wie vor gleichermaßen auf die ersten beiden Faktoren. Dies lässt sich dadurch erklären, dass Faktor 1 die

Analysis und Faktor 2 die Analytische Geometrie beschreibt und dass dieses Thema bei beiden Gebieten Verwendung findet. Der dritte Faktor beinhaltet diejenigen Items, die der Stochastik zuzuordnen sind.

Faktor 1	Ladungen
<i>Ableiten / Differenzieren</i>	.837
<i>Kurvendiskussion</i>	.774
<i>Extremwertprobleme</i>	.804
<i>Integrieren</i>	.823
<i>Flächen-, Volumenberechnungen</i>	.466

Tabelle 8.12.: *Items und Ladungen für den ersten Faktor*

Faktor 2	Ladungen
<i>Flächen-, Volumenberechnungen</i>	.502
<i>Lineare Gleichungssysteme</i>	.797
<i>Vektorrechnung</i>	.898
<i>Geraden, Ebenen</i>	.688
<i>Matrizen</i>	.846

Tabelle 8.13.: *Items und Ladungen für den zweiten Faktor*

Faktor 3	Ladungen
<i>Kombinatorik</i>	.866
<i>Wahrscheinlichkeiten</i>	.828
<i>Testen von Hypothesen</i>	.886

Tabelle 8.14.: *Items und Ladungen für den dritten Faktor*

Mit Hilfe von Cronbachs Alpha als Reliabilitätskriterium (vgl. Kapitel 7.2.2) untersuchen wir die drei Faktoren auf interne Konsistenz. Da für den Faktor 1 Cronbachs Alpha den Wert .837, für den Faktor 2 den Wert .823 und für den Faktor 3 den Wert .823 annimmt und somit sämtliche Werte über .8 liegen, deutet alles auf eine gute interne Konsistenz der Dimensionen hin.

Um Aussagen darüber treffen zu können, wie die Befragten ihre Fähigkeiten in den Bereichen Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik einschätzen, haben wir die Items innerhalb eines Faktors jeweils zusammengefasst und mit der in Kapitel 8.1.1.1 beschriebenen linearen Transformation auf eine Skala mit gleicher Intervallbreite abgebildet. Diese neuen Variablen haben wir ausgewertet und in Tabelle 8.15 die Häufigkeitsverteilungen für die drei Faktoren dargestellt.

Vergleichen wir die Werte dieser Tabelle mit den Werten aus Tabelle 8.5, so werden erhebliche Änderungen in den Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten deutlich. Wäh-

rend in Analysis und Analytischer Geometrie ungefähr 90% der Befragten vor Studienbeginn der Ansicht waren, dass ihre Kenntnisse in diesen Gebieten sehr gut bis gut sind, sieht die Situation ein paar Wochen nach Studienbeginn anders aus. Rund 84% sind nach wie vor der Meinung, dass ihre Fähigkeiten in Analysis gut bis sehr gut sind (arithmetisches Mittel = 1,42; Median = 1,50; Standardabweichung = 0,801); dies ist ein Unterschied von 6 Prozentpunkten zur ersten Befragung. In der Analytischen Geometrie beträgt die Differenz sogar 16 Prozentpunkte (arithmetisches Mittel = 1,54; Median = 1,50; Standardabweichung = 1,024). Zum Zeitpunkt der zweiten Befragung schätzen nur noch rund 75% ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet als gut oder sehr gut ein. Am deutlichsten jedoch sind die Veränderungen in der Stochastik zu beobachten (arithmetisches Mittel = 2,96; Median = 2,92; Standardabweichung = 1,403). Der Anteil derer, die ihrer Ansicht nach über gute oder sehr gute Kenntnisse verfügen, ist von 30 auf knapp 25% gesunken. Bemerkenswert ist, dass sich nicht vermehrt der mittleren Kategorie zugeordnet wird, sondern dass beinahe 50% ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet als schlecht oder sehr schlecht einstufen; dies ist gegenüber der ersten Befragung ein Anstieg um 26 Prozentpunkte.

	Analysis	Analytische Geometrie	Stochastik
<i>sehr gut</i>	36,1	38,9	10,5
<i>gut</i>	47,4	35,9	14,0
<i>mittel</i>	14,4	18,9	26,3
<i>schlecht</i>	2,1	5,6	21,1
<i>sehr schlecht</i>	0	1,1	28,1

Tabelle 8.15.: *Einschätzung (in Prozent) der Fähigkeiten in Analysis, Analytischer Geometrie und Stochastik*

Dieses retrospektiv schlechtere Bewerten der eigenen Fähigkeiten spiegelt sich auch in der Frage wider, wie gut sich die Probanden – im Nachhinein betrachtet – durch die Schule auf das Studium vorbereitet fühlen (Frage 3). Lediglich 28,4% sind der Ansicht, dass sie gut bis sehr gut durch die Schule vorbereitet wurden; in der ersten Befragung betrug dieser Wert noch 46,2%. Auch der Anteil derjenigen, die sich in der mittleren Kategorie einordnen ist von 43,8% auf 34,9% gesunken. Nach den ersten Monaten im Mathematikstudium fühlen sich 36,7% schlecht bis sehr schlecht auf dieses Studium vorbereitet; vor Studienbeginn lag dieser Wert bei lediglich 10%.

8.2.1.2. Leistungskurswahl und Notendurchschnitt

Die Verteilung der Studierenden auf die Schulformen, auf denen sie die Hochschulreife erworben haben, hat sich gegenüber der ersten Befragung nur geringfügig verändert.

73,4% der Befragten stammen von einem Gymnasium, 18,3% von einer Gesamtschule und 8,2% von einem Berufskolleg.

Zunächst betrachten wir in Abhängigkeit von der besuchten Schulform die Leistungskurs- bzw. Grundkurswahl des Schulfachs Mathematik. 91% der Studienanfänger, die ein Gymnasium besucht haben, hatten einen Leistungskurs belegt, während bei Probanden von einer Gesamtschule lediglich 65% und bei Befragten von einem Berufskolleg nur etwa 56% die gleiche Wahl getroffen haben. Hier deuten sich erste Veränderungen gegenüber der vorherigen Befragung an. Vergleichen wir diese Werte mit den Werten, die sich in der ersten Befragung ausschließlich für die Hochschulen in Bochum und Duisburg ergeben haben, so wird Folgendes ersichtlich: Während der Anteil derer, die einen Leistungskurs auf einem Gymnasium besucht haben, um etwa sechs Prozentpunkte angestiegen ist, ist der Anteil derer mit einem Leistungskurs an einer Gesamtschule um acht Prozentpunkte zurückgegangen. Bei den Studierenden, die von einem Berufskolleg stammen, lassen sich keine Veränderungen ausmachen.

Die Durchschnittsnote im Abitur gilt als einer der besten Prädiktoren für den Studienerfolg. In Tabelle 8.16 stellen wir die Verteilung der Noten in Abhängigkeit von der Schulform dar. Während sich beim Berufskolleg gegenüber der ersten Befragung nur minimale Unterschiede ausmachen lassen, verhält sich die Situation bei Gymnasium und Gesamtschule völlig anders. Wir erkennen, dass der Anteil derer, die im Abitur einen Notenschnitt im Dreierbereich hatten, zurückgegangen ist; beim Gymnasium um 10 Prozentpunkte und bei der Gesamtschule um fast 22 Prozentpunkte. Diese Veränderung ist ein Indiz dafür, dass die betreffenden Studierenden bereits das Studium aufgegeben haben.

	Gymnasium	Gesamtschule	Berufskolleg
<i>1,0 - 1,9</i>	39,5	20,0	11,1
<i>2,0 - 2,9</i>	47,4	80,0	55,6
<i>3,0 - 3,9</i>	13,2	0	33,3

Tabelle 8.16.: *Verteilung der Durchschnittsnote im Abitur (in Prozent) differenziert nach Schulform*

Neben der Durchschnittsnote im Abitur kann für die Prognose des Studienerfolgs in mathematischen Studiengängen auch die Mathematiknote herangezogen werden (vgl. Kapitel 5.3.3). Daher stellen wir in Tabelle 8.17 die Verteilung der Mathematiknoten⁵ in Abhängigkeit von Schulform und Leistungs- bzw. Grundkurs dar.

⁵In Frage 21 musste die Mathematiknote in Punkten angegeben werden. Daher war es erforderlich, diese in eine Note umzurechnen. 15 bis 13 Punkte entsprechen einem *sehr gut*, 12 bis 10 einem *gut*, 9 bis 7 einem *befriedigend*, 6 bis 4 einem *ausreichend*, 3 bis 1 einem *mangelhaft* und 0 einem *ungenügend*.

Wie auch schon bei den Analysen der Ergebnisse der ersten Befragung wird deutlich, dass sich im Regelfall nur Schüler – unabhängig davon, ob sie einen Grund- oder Leistungskurs belegt haben – mit einem *sehr gut* oder *gut* für ein Mathematikstudium entscheiden.

Note	Gymnasium		Gesamtschule		Berufskolleg	
	LK	GK	LK	GK	LK	GK
<i>sehr gut</i>	56,5	50,0	36,4	83,3	25,0	66,7
<i>gut</i>	41,9	50,0	54,5	16,7	75,0	33,3
<i>befriedigend</i>	1,6	0	9,1	0	0	0

Tabelle 8.17.: Verteilung der Mathematiknoten (in Prozent) differenziert nach Schulform und Kursart

8.2.1.3. Teilnahme an Brückenkursen

Von den Befragten haben 65,7% den vor Studienbeginn angebotenen Brückenkurs besucht. Auch hier lassen sich – wie bereits bei der ersten Befragung – keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studienanfängern sowie zwischen Studierenden mit einem Mathematik-Leistungskurs oder Mathematik-Grundkurs in der schulischen Oberstufe ausmachen.

Im Nachhinein betrachtet empfanden weniger Befragte den Brückenkurs als hilfreich. Bei der zweiten Befragung gaben noch 73,6% der Probanden an, den vor Studienbeginn besuchten Brückenkurs als für ihr Studium hilfreich empfunden zu haben. Dies ist gegenüber der ersten Befragung ein Rückgang um 22 Prozentpunkte.

8.2.1.4. Lernstrategien und Lernverhalten

Alle Studienanfänger, die das Studium eines mathematischen Studienganges in einem Wintersemester aufnehmen, müssen kanonisch die beiden Grundvorlesungen Analysis und Lineare Algebra hören. Zu den Vorlesungen gehören wöchentlich stattfindende Übungen und parallel dazu zu bearbeitende Übungsblätter, die eingesammelt und korrigiert werden. Für die Auseinandersetzung mit dem Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Studieneingangsphase ist es daher unerlässlich, sich damit zu beschäftigen, wie die Studienanfänger die Vorlesungen und vor allem die Übungen bewältigen.

Zunächst widmen wir uns dem Zeitaufwand, den die Studierenden für die Vor- und Nachbereitung sowie das Bearbeiten der wöchentlichen Übungszettel investieren. In Tabelle 8.18 ist die Verteilung der aufgewendeten Zeit getrennt für die beiden Grundvorlesungen dargestellt. Jeweils 11,8% der Befragten geben an, für Analysis und Li-

neare Algebra wöchentlich weniger als eine Stunde aufzuwenden. Knapp 30% investieren durchschnittlich für jede der Vorlesungen ein bis drei Stunden Zeit pro Woche. Der Großteil der Studierenden, d.h. etwa 60%, wenden jeweils mehr als drei Stunden pro Woche für die beiden Vorlesungen und die zugehörigen Übungen auf.

	Analysis	Lineare Algebra
<i>gar keine</i>	3,6	1,8
<i>weniger als 1h</i>	8,2	10,0
<i>1 bis unter 3h</i>	28,2	30,0
<i>3 bis unter 5h</i>	26,4	29,1
<i>5h und mehr</i>	33,6	29,1

Tabelle 8.18.: *Verteilung des Zeitaufwands für die Grundvorlesungen (in Prozent)*

Die für die Vorlesungen investierte Zeit ist ein Indiz dafür, wie sehr die Studierenden sich bemühen, die von ihnen erwarteten Leistungen zu erfüllen. Wird sehr wenig Zeit aufgewendet liegt es entweder daran, dass die Befragten – auch wenn dies wahrscheinlich sehr selten der Fall ist – zu den Jahrgangsbesten gehören und keine Probleme mit den Aufgaben und Anforderungen haben oder es liegt daran, dass die Studierenden stattdessen die Übungsaufgaben bei Kommilitonen abschreiben und wenig Zeit darauf verwenden, die vermittelten Inhalte zu verinnerlichen und zu verstehen.

Im Mathematikstudium wird von den Dozenten zu Studienbeginn empfohlen, es nicht als „Alleinkämpfer“ zu probieren, sondern stattdessen in Gruppen zusammenzuarbeiten. 63,3% der Befragten geben an, regelmäßig an Lerngruppen teilzunehmen. Immerhin 15,5% der Probanden besuchen manchmal Lerngruppen, während dies 20,9% selten oder nie machen. Insgesamt 83% empfinden das Arbeiten in einer Lerngruppe als hilfreich oder sehr hilfreich. Lediglich 6,6% beurteilen dies als nicht oder überhaupt nicht hilfreich.

Bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben können die unterschiedlichsten Faktoren eine Rolle spielen. Daher haben wir die Studierenden befragt, woran es lag, wenn Sie eine Übungsaufgabe lösen oder nicht lösen konnten. Etwas mehr als 60% der Befragten geben an, bei der Bearbeitung der Aufgaben Probleme zu haben. Dies äußert sich vor allem darin, dass drei Viertel der Studierenden sich an den Aufgaben versuchen, aber keine Idee haben, wie man an die Lösung herangehen kann. Demgegenüber ist lediglich knapp ein Drittel der Ansicht, dass mit mehr Anstrengung die Aufgabe lösbar gewesen wäre. Als Gründe für das Scheitern bei der Lösung einer Aufgabe werden lediglich von einer Minderheit genannt, dass die Aufgabe nicht zu den Vorlesungsinhalten passte (33,3%), sie keine Zeit zum Bearbeiten der Aufgabe hatten (26,2%) oder dass ihnen die Motivation fehlte, sich länger mit der Aufgabe auseinanderzusetzen (20,2%). Demgegenüber wird eine Aufgabe vor allem als lösbar angesehen, wenn dazu

ein bereits aus der Vorlesung bekannter Lösungsalgorithmus verwendet werden muss (81,3%). Die wenigsten Studierenden suchen nach Lösungen in Büchern (23,4%), der Großteil arbeitet stattdessen lange und hart an der Lösung (62,4%).

8.2.1.5. Einschätzung des bisher erlebten Studiums

Zunächst widmen wir uns den Erfahrungen, welche die Studienanfänger in Bezug auf ihre eigene Person gemacht haben (Frage 9). In Kapitel 8.1.1.6 hatten wir die Erwartungen der Studienanfänger einer Faktorenanalyse unterzogen und konnte diese in drei Dimensionen einordnen, die optimistische, realistische und pessimistische Haltungen verkörpern. Um in Erfahrung zu bringen, wie sich diese Erwartungen nach den ersten Wochen des Studiums und der Konfrontation mit der Studienrealität in den persönlichen Erlebnissen der Studierenden widerspiegeln, haben wir die gleichen Items erneut abgefragt⁶ und diese wieder einer Faktorenanalyse unterzogen. Dieses Mal lieferte die Faktorenanalyse eine Lösung mit vier Faktoren. Die Items⁷ und deren Ladung sind für die vier Faktoren in den Tabellen 8.19 bis 8.22 dargestellt.

Faktor 1	Ladungen
<i>Ich gehöre zu den Leistungsstarken</i>	.717
<i>Ich komme mit dem Tempo in den Vorlesungen gut zurecht</i>	.420
<i>Ich bewältige die wöchentlichen Übungsaufgaben problemlos</i>	.824
<i>Ich habe mich schnell an die mathematischen Denkprozesse gewöhnt</i>	.820
<i>Mir ist die Umstellung auf das Mathematikstudium schwer gefallen *</i>	.737
<i>Ich bin mir sicher, dass ich die Klausuren und Prüfungen ohne Probleme bestehen werde</i>	.644

Tabelle 8.19.: Items und Ladungen für den ersten Faktor

Faktor 2	Ladungen
<i>Ich besitze genügend Durchhaltevermögen und gebe nicht sofort bei ersten Problemen das Studium auf</i>	.771
<i>Ich bin mir sicher, dass ich das Studium in der Regelstudienzeit abschließen werde</i>	.727

Tabelle 8.20.: Items und Ladungen für den zweiten Faktor

⁶Die Items wurden so umformuliert, dass sie nicht mehr die Erwartungshaltung, sondern die persönlichen Erlebnisse abfragen.

⁷Items, die mit einem * gekennzeichnet sind, wurden bei der Analyse umgepolt.

Faktor 3	Ladungen
<i>Ich muss viel Zeit und Arbeit für das Studium aufwenden</i>	.633
<i>Ich habe ähnliche Probleme und Erfolge wie andere Studierende</i>	.643
<i>Ich komme mit dem Tempo in den Vorlesungen gut zurecht *</i>	.505
<i>Ich bekomme Hilfe von anderen Studierenden</i>	.698

Tabelle 8.21.: Items und Ladungen für den dritten Faktor

Faktor 4	Ladungen
<i>Ich bin dem Leistungsdruck vielleicht nicht gewachsen</i>	.571
<i>Die Konkurrenz unter den Studierenden macht mir zu schaffen</i>	.868

Tabelle 8.22.: Items und Ladungen für den vierten Faktor

Für den ersten Faktor ergibt sich .866 als Wert für Cronbachs Alpha. Für den zweiten Faktor beträgt Cronbachs Alpha .772, für den dritten .506 und für den vierten .438. Während die Werte des ersten und des zweiten Faktors in einem sehr guten Bereich liegen, fallen die Werte für die letzten beiden Faktoren zu niedrig aus. Aus diesem Grund können wir nur bedingt auf eine interne Konsistenz der Dimensionen schließen.

Faktor 1 beinhaltet Items, die für eine erfolgreiche, nahezu problemfreie Umstellung auf das Mathematikstudium stehen. Der zweite Faktor umfasst Items, die eine optimistische Haltung widerspiegeln, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass trotz des Auftretens von Problemen an ein erfolgreiches und schnelles Beenden des Studiums geglaubt wird. Die Items in Faktor 3 beschreiben eine schwierige Umstellung auf das Studium. Die betreffenden Personen haben Probleme mit dem Tempo in den Vorlesungen, müssen viel Zeit für das Studium investieren und sind auf die Hilfe von anderen Studierenden angewiesen. Im letzten Faktor sind diejenigen Items enthalten, die auf eine negative Haltung deuten. Die Studierenden fühlen sich überfordert und haben Schwierigkeiten mit dem Konkurrenzdruck.

Wie bereits zuvor in Abschnitt 8.1.1.1 fassen wir die Items innerhalb eines Faktors zusammen und berechnen mit Hilfe einer linearen Transformation eine neue Variable. Dadurch sind wir in der Lage, für jeden der vier Faktoren auszuwerten, wie die Befragten die Umstellung auf das Studium bisher erlebt haben. In Tabelle 8.23 sind die Häufigkeitsverteilungen für die vier Faktoren dargestellt.

Nur 17,6% der Befragten geben an, dass ihnen die Umstellung auf das Mathematikstudium ohne Probleme gelungen ist (arithmetisches Mittel = 3,04; Median = 3,13; Standardabweichung = 1,052). Demgegenüber sagen 56,5% von sich, dass dies bei ihnen

nicht zutrifft. Allerdings glauben 62,4%, dass sie dennoch über genügend Durchhaltevermögen verfügen und das Studium in der Regelstudienzeit beenden werden (arithmetisches Mittel = 1,90; Median = 1,88; Standardabweichung = 1,123). Fast drei Viertel der Befragten ordnen sich im Durchschnitt ein und geben an, dass sie Probleme mit der Umstellung haben und für das Studium viel Zeit und Anstrengung aufwenden müssen (arithmetisches Mittel = 1,67; Median = 1,56; Standardabweichung = 0,802). Lediglich 10,2% sagen, dass ihnen die Umstellung sehr schwer fällt, sie Probleme haben und dem Studium vielleicht nicht gewachsen sind (arithmetisches Mittel = 3,55; Median = 3,75; Standardabweichung = 1,123). Komplementär dazu glauben 76,9%, dass dies bei ihnen nicht der Fall ist.

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
<i>trifft zu</i>	2,8	19,3	24,5	1,9
<i>trifft eher zu</i>	14,8	43,1	47,2	8,3
<i>mittel</i>	25,9	19,3	23,6	13,0
<i>trifft eher nicht zu</i>	36,1	13,8	3,8	41,7
<i>trifft nicht zu</i>	20,4	4,6	0,9	35,2

Tabelle 8.23.: *Einschätzung der bisherigen Umstellung auf das Studium (in Prozent)*

Desweiteren wurden die Studierenden gebeten, ihre Dozenten einzuschätzen. Bei der Dateneingabe stellte sich heraus, dass viele Studierende die beiden Professoren, welche die Grundvorlesungen halten, ganz unterschiedlich einstufen und dies dementsprechend versucht haben, bei der Beantwortung der Fragen unterzubringen, und dies zum Teil explizit auf den Fragebögen vermerkt haben. Die Urteile über die beiden Dozenten können sehr verschieden ausfallen; während beispielsweise der für die eine Grundvorlesung verantwortliche Dozent in allen Punkten hervorragend bewertet wird, schneidet der andere wesentlich schlechter ab. Da eine getrennte Bewertung der Lehrenden bei der Konstruktion des Fragebogens nicht vorgesehen war, schließen wir diese Frage aufgrund der eben geschilderten Probleme von der weiteren Analyse aus.

Bei der ersten Befragung wurden die Studienanfänger gefragt, was sie von einem Mathematikstudium erwarten. Wir haben bei der zweiten Befragung die gleichen Items verwendet und haben nachgefragt, inwiefern die einzelnen Punkte auf ihr Studium zutreffen. Gegenüber der ersten Befragung ergeben sich erhebliche Unterschiede. Während vor Studienbeginn etwa zwei Drittel der Studienanfänger erwarteten, dass das Studium theoretisch und abstrakt wird, sind nach der Hälfte des ersten Semesters fast 90% dieser Ansicht. Bei der Einschätzung, dass es mehr auf Verstehen als auf Auswendiglernen ankommt, ergab sich keine Veränderung; dies glauben nach wie vor knapp 90% der Befragten. Mittlerweile sind nur noch 60,7% der Meinung, dass das Studium hart, aber machbar ist; dies ist ein Unterschied zur ersten Befragung von fast 20 Prozentpunkten. Der Anteil derer, die Kenntnisse aus dem Leistungskurs Mathematik als

für das Studium wesentlich erachten, ist ebenfalls um fast 20 Prozentpunkte gesunken und liegt bei etwa 32%. Die Inhalte, die in den Vorlesungen vermittelt werden, werden anders als zu Studienbeginn erwartet eingeschätzt. Während zum Zeitpunkt der ersten Befragung 80% glaubten, dass sie lernen, wie Mathematik angewendet wird, sagen dies zum Zeitpunkt der zweiten Befragung lediglich noch 35%. Jeweils um 30 Prozentpunkte gesunken sind auch die Einschätzungen der Items *Ich lerne, wie in der Mathematik neue Erkenntnisse gewonnen werden* (51%) und *Ich lerne, wie mathematische Algorithmen entwickelt werden* (35,8%). Die größte Veränderung ergab sich bei der Bewertung des Items *Es ist praxis- und berufsbezogen*; während anfangs noch knapp 50% der Befragten dieser Ansicht waren, sind es jetzt nur etwas weniger als 5%. Auch sind lediglich 14,3% der Meinung, dass das Berufsbild des Mathematikers in den Vorlesungen angesprochen wird.

8.2.1.6. Zufriedenheit mit dem Studium

In den zweiten Fragebogen wurde zusätzlich eine Frage aufgenommen, mit der die Zufriedenheit verschiedener Studienaspekte ermittelt werden soll. Die Items dieser Frage haben wir ebenfalls einer Faktorenanalyse unterzogen. Es stellte sich heraus, dass wir für eine bessere Reliabilität das Item *Wie zufrieden sind Sie mit ihren Kontakten zu den Professoren* von der Analyse ausschließen mussten. Für die übrigen Items ergibt sich eine Lösung mit vier Faktoren. Die Items und deren Ladung für die vier Dimensionen sind in den Tabellen 8.24 bis 8.27 dargestellt.

Faktor 1	Ladungen
<i>... mit den Studienanforderungen</i>	.520
<i>... mit ihren Leistungen in den Übungen</i>	.857
<i>... mit ihren Leistungen in den Vorlesungen</i>	.719
<i>... mit dem Studium insgesamt</i>	.737
<i>... mit Ihrer Entscheidung für das Mathematikstudium</i>	.738

Tabelle 8.24.: Items und Ladungen für den ersten Faktor

Faktor 2	Ladungen
<i>... mit den Studienbedingungen und der Studienorganisation</i>	.788
<i>... mit der methodischen Gestaltung der Vorlesungen</i>	.779
<i>... mit den methodischen Gestaltungen der Übungen</i>	.489
<i>... mit den Studienanforderungen</i>	.487
<i>... mit dem Studium insgesamt</i>	.418

Tabelle 8.25.: Items und Ladungen für den zweiten Faktor

Faktor 3	Ladungen
<i>... mit der methodischen Gestaltung der Übungen</i>	.717
<i>... mit der Betreuung in den Übungen</i>	.874
<i>... mit ihren Kontakten zu den Übungsleitern</i>	.768

Tabelle 8.26.: Items und Ladungen für den dritten Faktor

Faktor 4	Ladungen
<i>... mit ihren sozialen Kontakten zu anderen Studierenden</i>	.922
<i>... mit der Zusammenarbeit mit anderen Studierenden</i>	.892

Tabelle 8.27.: Items und Ladungen für den vierten Faktor

Für den ersten Faktor ergibt sich .832 als Wert für Cronbachs Alpha. Für den zweiten Faktor beträgt Cronbachs Alpha .751, für den dritten .758 und für den vierten .866. Da alle Werte über der geforderten Grenze von .7 liegen, können wir in Anbetracht der verhältnismäßig kleinen Stichprobe von 110 Befragten auf eine gute interne Konsistenz der Dimensionen schließen.

Es fällt auf, dass die Items *Wie zufrieden sind Sie mit der methodischen Gestaltung der Übungen, mit den Studienanforderungen und mit dem Studium insgesamt* sowohl auf den ersten als auch auf den zweiten Faktor laden. Interpretieren wir jedoch die einzelnen Faktoren, so wird deutlich, dass die Inhalte dieser Items bei beiden Faktoren von Bedeutung sind. Faktor 1 beinhaltet die Items, welche die Leistungsdimension und das Studium insgesamt beschreiben. Faktor 2 umfasst die Rahmenbedingungen des Studiums. Der dritte Faktor enthält die Items, welche die Zufriedenheit in den Übungen abfragen, und der letzte Faktor umfasst die sozialen Kontakte innerhalb des Studiums.

Wir fassen die Items innerhalb eines Faktors zusammen und berechnen mit Hilfe einer linearen Transformation eine neue Variable (vgl. Kapitel 8.1.1.1). Dadurch sind wir in der Lage, für jeden der vier Faktoren das Ausmaß an Zufriedenheit der Befragten zu bestimmen. In Tabelle 8.28 sind die Häufigkeitsverteilungen für die vier Faktoren dargestellt.

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
<i>sehr zufrieden</i>	12,7	12,6	34,0	50,5
<i>zufrieden</i>	35,3	42,7	39,8	31,8
<i>mittel</i>	30,4	36,9	20,4	10,3
<i>unzufrieden</i>	19,6	5,8	2,9	5,6
<i>sehr unzufrieden</i>	2,0	1,9	2,9	1,9

Tabelle 8.28.: Zufriedenheit mit den vier Dimensionen des Studiums (in Prozent)

Beim ersten Faktor gehen die Einschätzungen der Studierenden weit auseinander (arithmetisches Mittel = 2,23; Median = 2,25; Standardabweichung = 0,983). 48% der Befragten geben an, mit ihren Leistungen und dem Studium zufrieden oder sehr zufrieden zu sein; mit diesem Aspekt sind aber auch fast 22% der Probanden unzufrieden oder sogar sehr unzufrieden. Bei der Zufriedenheit mit den Rahmenbedingungen, die durch den zweiten Faktor erfasst werden, wählen 36,9% die mittlere Position und mehr als jeder Zweite ist damit zufrieden oder sehr zufrieden (arithmetisches Mittel = 2,00; Median = 2,00; Standardabweichung = 0,814). Insgesamt 73,8% der Studierenden sind mit den Übungen zufrieden (arithmetisches Mittel = 1,47; Median = 1,25; Standardabweichung = 1,027). Auch die sozialen Kontakte zu anderen Studierenden werden sehr gut bewertet (arithmetisches Mittel = 1,16; Median = 0,63; Standardabweichung = 1,122); mit diesen sind immerhin 82,3% der Befragten zufrieden oder sehr zufrieden.

8.2.1.7. Erwerbstätigkeit

Neben der Zeit, die für das Studium aufgewendet wird, ist auch die Zeit von Bedeutung, in der die Studierenden erwerbstätig sind. 40,2% der Befragten geben an, während der Vorlesungszeit einer Erwerbstätigkeit nachzugehen. Dabei variiert der zeitliche Umfang sehr stark. 27,9% der erwerbstätigen Studierenden arbeiten weniger als fünf Stunden pro Woche. Weitere 34,9% sind wöchentlich zwischen fünf und zehn Stunden erwerbstätig und 25,6% zwischen zehn und fünfzehn Stunden. Die verbleibenden 11,6% arbeiten sogar pro Woche fünfzehn Stunden und länger.

8.2.1.8. Abbruch- und Fachwechselmotive

Auch im zweiten Fragebogen wurden die Studierenden gefragt, unter welchen Umständen für sie ein Studienfachwechsel oder sogar ein Studienabbruch in Frage kommen würde. Während vor Studienbeginn lediglich ein nicht den Vorstellungen entsprechendes Studium zu einem Aufgeben des Mathematikstudiums geführt hätte, sieht die Situation bei der zweiten Befragung anders aus.

Nach wie vor übt die Aussicht anstelle des Studiums eine Ausbildung zu beginnen bei weniger als 10% einen Reiz aus. Auch ein zu theoretisch empfundenes Studium würde bei lediglich 12,1% der Befragten zu einem Abbruch des Mathematikstudiums führen. Verändert haben sich dagegen die Einschätzungen, wenn im Studium zu harte Anforderungen gestellt werden. Hier ist ein Anstieg um mehr als sieben Prozentpunkte auf 22,2% zu verbuchen. Auch die Aussicht auf einen interessanteren Studiengang hat sich verändert. Hier hat sich der Anteil derer, die ihre Entscheidung für das Mathematikstudium deswegen revidieren würden, auf fast 31% verdoppelt. Die meisten Studierenden würden aber nach wie vor in Erwägung ziehen, das Studium abzubrechen oder das

Studienfach zu wechseln, wenn es nicht mehr ihren Vorstellungen entspricht; dies ist bei 34% der Befragten der Fall.

Bei der ersten Befragung gaben noch 65,2% der Probanden an, dass sie ihre Entscheidung für das Mathematikstudium nicht revidieren werden; bei der zweiten Befragung sind noch 55,6% dieser Ansicht. Dieser Wert spiegelt sich auch in der Antwort auf die Frage wider, ob man sich sicher ist, das richtige Studienfach gewählt zu haben. Insgesamt sind sich 59,3% der Befragten sicher, die richtige Entscheidung getroffen zu haben.

Wir haben die Studierenden außerdem gefragt, wie sie vor Studienbeginn und zum Zeitpunkt der zweiten Befragung die Aussichten einschätzten bzw. einschätzen, das Mathematikstudium erfolgreich zu bewältigen. Vor Studienbeginn beurteilten 58,3% der Studienanfänger diese Möglichkeit als hoch oder sehr hoch und lediglich 5,5% als niedrig oder sehr niedrig. Bezogen auf den Zeitpunkt der zweiten Befragung haben sich die Einschätzungen geändert. Der Anteil derer, die die Aussichten auf ein erfolgreiches Studium hoch oder sehr hoch einschätzen, hat sich auf 41,7% reduziert und komplementär dazu ist der Anteil derer, die die Chancen als gering oder sehr gering ansehen, auf 26,8% angestiegen.

8.2.2. Auswahl der Prädiktoren für die Clusteranalyse

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir die für die Mathematik in der Literatur thematisierten Prädiktoren für Studienabbruch, Studienfachwechsel und Studienerfolg dargestellt und die Ergebnisse unserer Befragung hinsichtlich dieser Prädiktoren ausgewertet. Mit Hilfe einer Clusteranalyse werden wir die Studierenden, die an der zweiten Befragung teilgenommen haben, in Gruppen aufteilen, die unterschiedlich gute Aussichten haben, das Studium der Mathematik nach dem ersten Studienjahr fortzusetzen und erfolgreich zu beenden. Um diese clusteranalytische Auswertung vorzunehmen, müssen wir zunächst Variablen auswählen, die zur Kategorisierung der Studierenden verwendet werden sollen.

Die Auswertungen der zweiten Befragung, die wir in den Abschnitten 8.2.1.1 bis 8.2.1.8 beschrieben haben, legen es nahe, folgende Variablen zu verwenden:

- Die drei Faktoren, die für die Vorkenntnisse in Analysis, Analytischer Geometrie und Stochastik ermittelt werden konnten (Frage 2)
- Vorbereitung durch die Schule (Frage 3)
- Der wöchentliche Arbeitsaufwand für die Grundvorlesungen Analysis und Lineare Algebra (Frage 4)

- Das Bearbeiten der wöchentlichen Übungsaufgaben in Lerngruppen (Frage 5)
- Die vier für die persönlichen Einstellungen ermittelten Faktoren (Frage 9)
- Die vier Faktoren, welche die Dimensionen der Zufriedenheit beschreiben (Frage 12)
- Die Motive, die zu einem Abbruch des Mathematikstudiums beitragen können (Frage 13)
- Die Sicherheit, das richtige Studienfach gewählt zu haben (Frage 14)
- Die Aussichten, das Studium erfolgreich zu bewältigen (Frage 16)
- Geschlecht (Frage 18)
- Schulform (Frage 21)
- Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs (Frage 24)
- Durchschnittsnote im Abitur (Frage 22)
- Mathematiknote im Abitur (Frage 23)
- Erwerbstätigkeit (Frage 27)

8.2.3. Clusteranalytische Auswertung

8.2.3.1. Vorüberlegungen

Die in Kapitel 8.2.2 designierten Faktoren können nicht alle zugleich in einer Clusteranalyse als Variablen verwendet werden. Da unser Datensatz lediglich aus 110 ausgefüllten Fragebögen besteht und wir solche Bögen mit in die Auswertung genommen haben, in denen maximal drei Items nicht angekreuzt worden sind, kann es je nach Auswahl der Variablen passieren, dass Bögen von der Clusteranalyse ausgeschlossen werden müssen. Einer solchen Reduktion der Fallzahl könnte man begegnen, indem man die fehlenden Werte durch die jeweiligen Variablenmittelwerte ersetzt. Weil dies jedoch zu einer Ergebnisverzerrung führen kann, haben wir uns dagegen entschieden. Außerdem sollen durch eine Clusteranalyse möglichst heterogene Gruppen entstehen, die sich jeweils aus möglichst homogenen Elementen zusammensetzen sollen. Je größer die Anzahl der berücksichtigten Variablen ist, desto schwieriger wird es, dieses Ziel zu erreichen. Aus diesen Gründen ist es erforderlich, eine geeignete Auswahl zu treffen und die durch die clusteranalytische Auswertung ermittelten Gruppen bezüglich der verbliebenen Variablen nachträglich zu analysieren.

Nach mehreren Testdurchläufen und diversen Variablenauswahlen, die wir an dieser Stelle nicht näher erörtern werden, haben wir uns letztlich für die folgende Variablenzusammensetzung **V1** bis **V9** bei der Clusteranalyse entschieden, durch die ein breites Spektrum an Faktoren abgedeckt wird und durch die zugleich möglichst viele Fragebögen in der Auswertung verbleiben:

V1 Wöchentlicher Arbeitsaufwand für Lineare Algebra (Frage 4a)

V2 Wöchentlicher Arbeitsaufwand für Analysis (Frage 4b)

V3 Wie zufrieden sind Sie mit dem Studium insgesamt? (Frage 12m)

V4 Meine Entscheidung für das Mathematikstudium werde ich nicht ändern (Frage 13f)

V5 Wenn Sie Ihre ersten Erfahrungen mit dem Mathematikstudium überdenken, wie sicher sind Sie sich, dass Sie das richtige Studienfach gewählt haben? (Frage 14)

V6 Wie hoch schätzen Sie von Ihrem jetzigen Standpunkt aus die Aussichten ein, dieses Studium erfolgreich zu bewältigen? (Frage 16)

V7 Durchschnittsnote im Abitur (Frage 23)

V8 Schulform (Frage 21)⁸

V9 Erwerbstätigkeit neben dem Studium (Frage 27)

Mit dieser Variablenauswahl können insgesamt 100 der 110 Fragebögen für die clusteranalytische Auswertung verwendet werden. Bevor die eigentliche Clusteranalyse durchgeführt wird, ist es ratsam, zunächst mit Hilfe des Single-Linkage-Verfahrens Ausreißer zu identifizieren (vgl. Kapitel 7.6.2). Genau dies haben wir als erstes für die 100 Datensätze durchgeführt. Die Ergebnisse, die sich mit der Single-Linkage-Methode ergeben, sind im Dendrogramm 8.1 auf Seite 165 dargestellt. Das Dendrogramm zeigt, dass keiner der Datensätze einen verhältnismäßig großen Abstand zu den übrigen Fragebögen aufweist und deshalb von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden sollte, um bei der nachfolgenden Clusteranalyse ein besseres Resultat zu erzielen. Dementsprechend haben wir die Clusteranalyse für alle 100 Datensätze durchgeführt.

⁸Um diese in drei Merkmalen ausgeprägte nominale Variable in der Clusteranalyse verwenden zu können, wurde diese in eine binäre Dummy-Variable umcodiert; d.h. wir unterscheiden für die Analyse die Ausprägungen „1 – Gymnasium“ und „0 – kein Gymnasium“. Dadurch werden die Fälle „Gesamtschule“ und „Berufskolleg“ in dem Merkmal „0 – kein Gymnasium“ zusammengefasst.

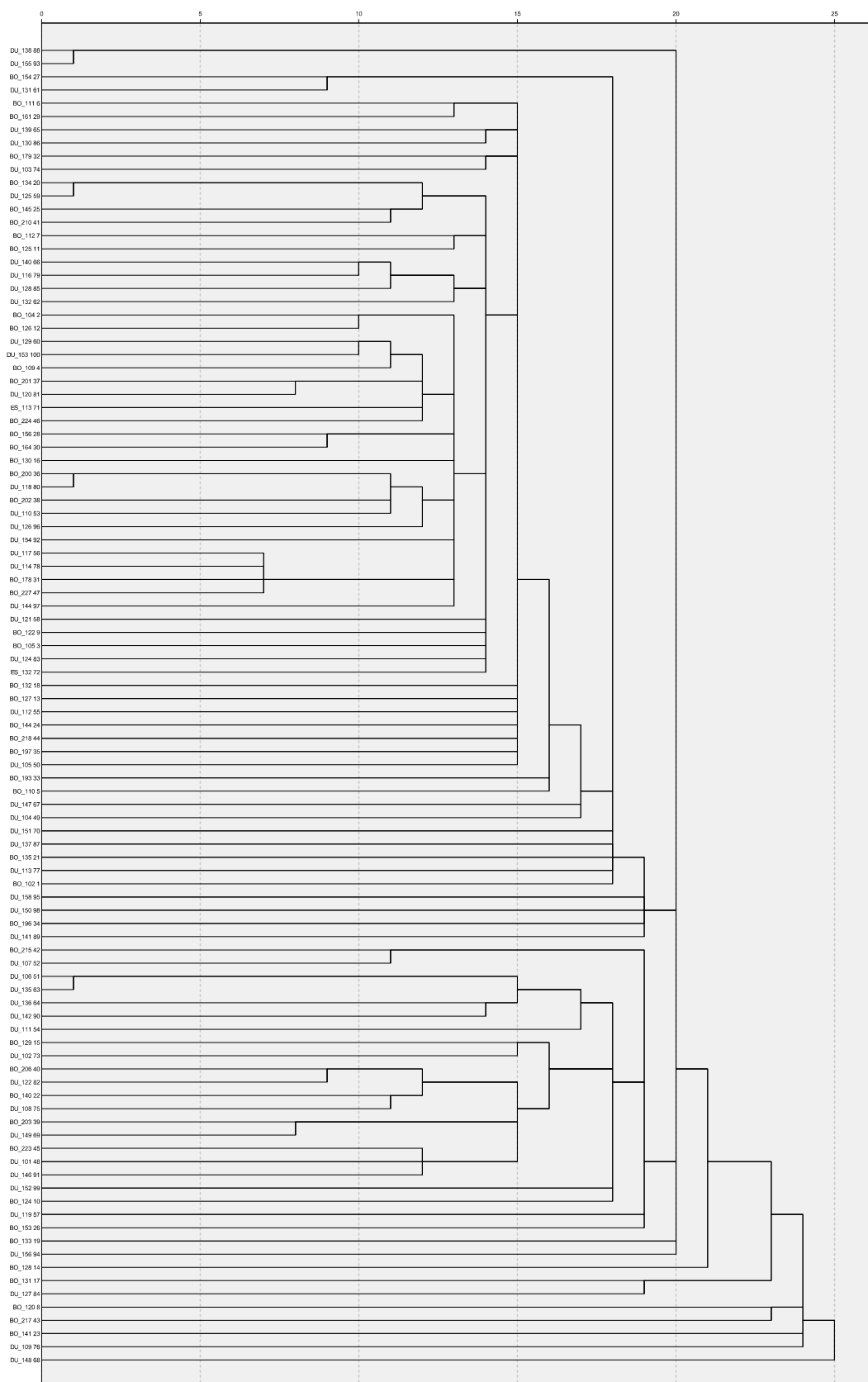


Abbildung 8.1.: Dendrogramm nach dem Single-Linkage-Verfahren

8.2.3.2. Bestimmen der Clusteranzahl mit der Ward-Methode

Zu Beginn muss ermittelt werden, wie viele Cluster entstehen sollen. Um diese Entscheidung treffen zu können, unterziehen wir die 100 vorliegenden Datensätze dem Ward-Verfahren. Aus dem dabei entstehenden Dendrogramm kann man mögliche Clusteranzahlen ablesen. Das Dendrogramm 8.2 nach der Ward-Methode für unsere Fragebogendaten ist auf Seite 167 abgebildet.

Das Dendrogramm legt es nahe, eine 2-Clusterlösung zu wählen. Da die Anzahl der Cluster aber dazu beitragen soll, Studierende in Gruppen zu ordnen, um dadurch Aussagen über einen möglichen Studienerfolg oder Studienmisserfolg treffen zu können, ist es jedoch fraglich, ob die 2-Clusterlösung dafür geeignet ist. Nach dem Dendrogramm ist es ebenso möglich, stattdessen eine 3- oder 4-Clusterlösung zu wählen.

Um eine Entscheidung treffen zu können, welche Clusterlösung für unsere Problemstellung die geeignetste ist, berechnen wir für alle in Frage kommenden Clusteranzahlen mit der k-Means-Methode die optimierte Clusterlösung und betrachten für alle Varianten den Heterogenitätsgrad zwischen den Clustern und den Homogenitätsgrad innerhalb der Cluster.

Um möglichst heterogene Cluster zu erzielen, müssen die Mittelwerte⁹ sich deutlich unterscheiden. In Tabelle 8.29 wird dies durch den F -Wert überprüft; je größer der F -Wert und je kleiner die Signifikanz $Sig.$ ist, desto größer ist die Distanz zwischen den Clustern. Zusätzlich wird in der Tabelle noch die Maßzahl η^2 angeführt, die ein Zusammenhangsmaß für die Stärke des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit ist.

	2-Cluster			3-Cluster			4-Cluster		
	F	$Sig.$	η^2	F	$Sig.$	η^2	F	$Sig.$	η^2
V1	1,73	.19	.02	2,32	.10	.05	12,07	.00	.27
V2	2,75	.10	.03	3,27	.04	.06	10,70	.00	.25
V3	109,46	.00	.53	44,79	.00	.48	46,82	.00	.59
V4	36,31	.00	.27	31,20	.00	.39	18,41	.00	.37
V5	104,25	.00	.52	85,38	.00	.64	73,72	.00	.70
V6	114,22	.00	.54	61,56	.00	.56	49,31	.00	.61
V7	5,10	.03	.05	3,16	.05	.06	3,07	.03	.09
V8	9,52	.00	.09	110,89	.00	.70	98,76	.00	.76
V9	7,06	.01	.07	3,61	.03	.07	1,68	.18	.05

Tabelle 8.29.: Heterogenität der Clusterlösungen

Wir betrachten zuerst die 2-Clusterlösung und erkennen, dass bei sieben von neun Variablen bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ signifikante Unterschiede in den Mittelwerten der betreffenden Variablen auszumachen sind. Für die 3-Clusterlösung lässt sich die gleiche Beobachtung tätigen; hier liefern die Variablen V1 und V7 beim

⁹Die in den Tabellen ausgewiesenen Werte beziehen sich auf die zuvor mit z -Transformationen standardisierten Variablen V1 bis V9.

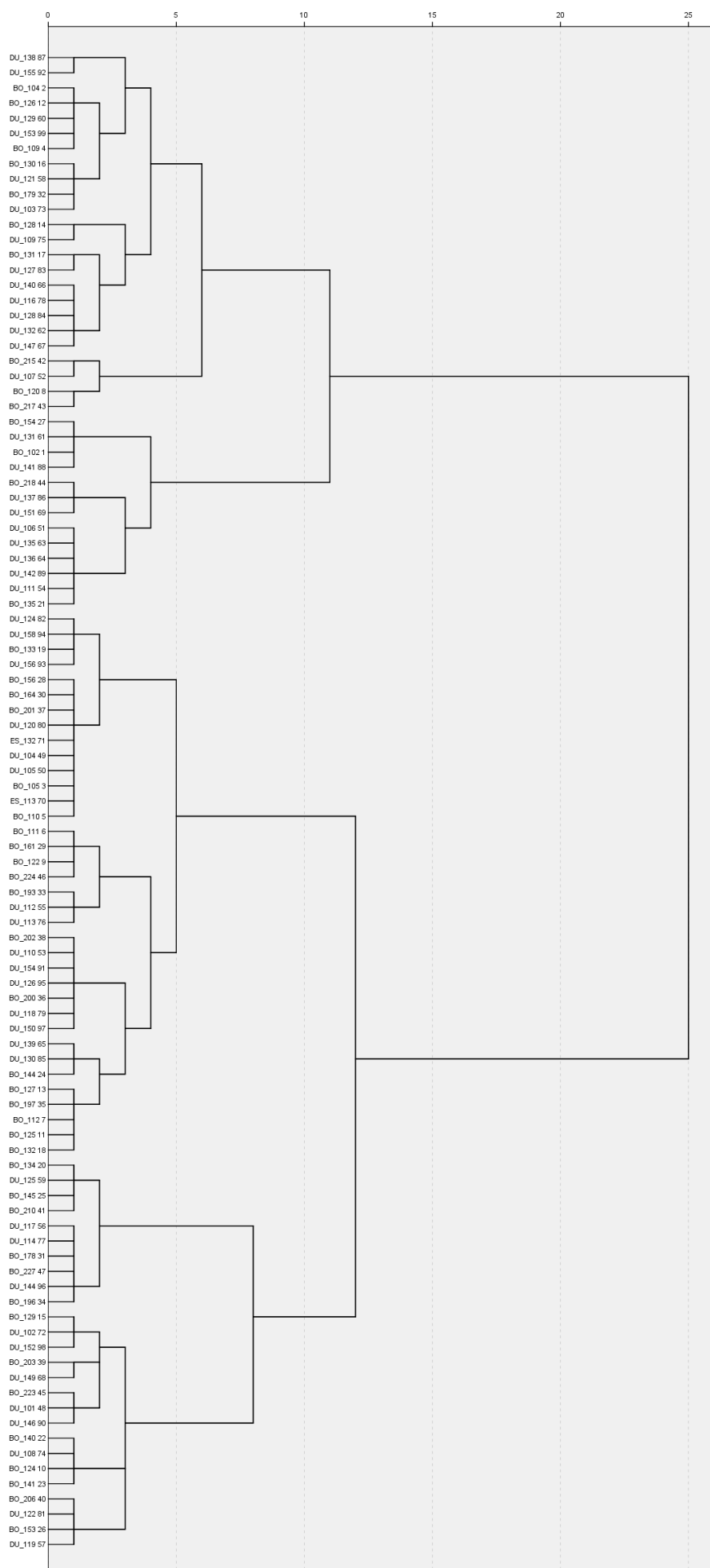


Abbildung 8.2.: Dendrogramm nach dem Ward-Verfahren

Signifikanztest nicht das gewünschte Ergebnis. Bei der 4-Clusterlösung weicht lediglich die Variable V9 ab. Nach obigem Kriterium müssen demnach die 2- und die 3-Clusterlösung ausgeschlossen und die 4-Clusterlösung gewählt werden. Es ist allerdings zu beachten, dass theoretisch jede der Lösungen hätte verwendet werden können.

Nachdem die Wahl auf die 4-Clusterlösung gefallen ist, überprüfen wir die Homogenität der Cluster. Dazu betrachten wir die Varianzen der neun Variablen bezogen auf die vier einzelnen Cluster und vergleichen diese mit der Gesamtvarianz, die sich für alle Objekte zusammen ergibt. Je homogener die Cluster sind, desto öfter sind die Varianzen in einem Cluster kleiner als die Gesamtvarianz. In Tabelle 8.30 stellen wir die Varianzen der Cluster und die Gesamtvarianz für die 4-Clusterlösung dar.

	Cluster				gesamt
	1	2	3	4	
V1	0,328	0,619	0,972	0,663	0,971
V2	0,290	0,620	0,989	0,732	0,962
V3	0,380	0,435	0,418	0,417	0,998
V4	1,048	0,625	0,459	0,756	0,977
V5	0,274	0,516	0,154	0,338	0,997
V6	0,472	0,473	0,326	0,461	1,020
V7	0,645	1,110	0,961	0,757	0,983
V8	1,171	0,175	0,134	0,000	0,986
V9	1,427	1,203	0,505	1,346	1,011

Tabelle 8.30.: *Varianzen der Cluster und Gesamtvarianz der 4-Clusterlösung*

In acht Fällen ist die Varianz in einem Cluster größer als die Gesamtvarianz; dies entspricht einer Quote von 22,2%. Zwar erscheint dieser Wert zunächst recht hoch, aber da die Clusteranalyse auf einer verhältnismäßig geringen Stichprobe beruht, ist dies dennoch akzeptabel.

Nachdem wir uns für die 4-Clusterlösung entschieden haben, beschreiben wir die Ermittlung der Fallaufteilung auf die einzelnen Cluster. Zunächst wird mit dem Ward-Verfahren eine Anfangspartition bestimmt, die wie folgt aussieht:

Cluster 1:

BO102, BO135, BO 154, BO218, DU106, DU131, DU135, DU136, DU137, DU141, DU142, DU151

Cluster 2:

BO104, BO109, BO126, BO127, BO128, BO130, BO131, BO132, BO144, BO179, BO197, DU103, DU109, DU116, DU121, DU127, DU128, DU129, DU130, DU132, DU138, DU139, DU140, DU147, DU153, DU155

Cluster 3:

BO105, BO110, BO111, BO112, BO122, BO125, BO133, BO134, BO145, BO156, BO161, BO164, BO178, BO193, BO200, BO201, BO202, BO210, BO224, BO227, DU104, DU105, DU110, DU112, DU113, DU114, DU117, DU118, DU120, DU124, DU125, DU126, DU144, DU154, DU156, DU158, ES113, ES132

Cluster 4:

BO120, BO124, BO129, BO140, BO141, BO153, BO156, BO203, BO206, BO215, BO217, BO223, DU101, DU102, DU107, DU108, DU111, DU119, DU122, DU146, DU148, DU149, DU150, DU152

Die Verteilung der Fälle, die sich nach dem Ward-Verfahren ergibt, sieht folgendermaßen aus:

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
12	26	38	24
(12%)	(26%)	(38%)	(24%)

Tabelle 8.31.: Verteilung auf die Cluster nach dem Ward-Verfahren

Diese Clusterlösung stellt unsere Ausgangspartition dar, die wir im nächsten Schritt durch die k-Means-Methode verbessern werden.

8.2.3.3. Verbesserung der gefundenen Ausgangspartition mit der k-means-Methode

Für die vier mit dem Ward-Verfahren ermittelten Cluster werden die Clusterzentren berechnet, welche zusammen mit der Anfangspartition die Ausgangsbasis für das k-Means-Verfahren darstellen. Nach dem Abbruch des k-Means-Algorithmus sind die finalen Cluster wie folgt besetzt:

Cluster 1:

BO102, BO135, BO 154, BO218, DU106, DU127, DU131, DU135, DU136, DU137, DU141, DU142, DU151

Das Element DU127 wurde durch den Algorithmus vom zweiten ins erste Cluster verschoben.

Cluster 2:

BO104, BO109, BO110, BO120, BO126, BO127, BO128, BO130, BO131, BO132, BO144, BO179, BO197, BO217, DU103, DU109, DU116, DU121, DU128, DU129, DU130, DU132, DU138, DU139, DU140, DU147, DU153, DU155, DU156

Die Datensätze BO110 und DU156 wurden aus dem dritten Cluster in das zweite verlagert, während die Datensätze BO120 und BO217 vom vierten in das zweite Cluster verschoben wurden.

Cluster 3:

BO105, BO111, BO112, BO122, BO125, BO133, BO134, BO141, BO145, BO156, BO161, BO164, BO178, BO193, BO200, BO201, BO202, BO210, BO224, BO227, DU104, DU105, DU110, DU112, DU113, DU114, DU117, DU118, DU120, DU124, DU125, DU126, DU144, DU150, DU154, DU158, ES113, ES132

Die Elemente BO141 und DU150 lagen nach der Ward-Methode noch im vierten Cluster und wurden durch den k-Means-Algorithmus in das dritte Cluster versetzt.

Cluster 4:

BO124, BO129, BO140, BO153, BO196, BO203, BO206, BO215, BO223, DU101, DU102, DU107, DU108, DU111, DU119, DU122, DU146, DU148, DU149, DU152

Durch das k-Means-Verfahren wurde kein weiteres Element dem vierten Cluster hinzugefügt.

Mit den durch den k-Means-Algorithmus bewirkten Änderungen sieht die Verteilung der Elemente in den Clustern folgendermaßen aus:

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
13	29	38	20
(13%)	(29%)	(38%)	(20%)

Tabelle 8.32.: Verteilung auf die Cluster nach dem k-Means-Verfahren

Die Verschiebungen, die während des k-Means-Verfahrens zwischen den einzelnen Clustern stattgefunden haben, sind der Übersichtlichkeit halber in Tabelle 8.33 dargestellt. Insgesamt sind 93,0% der Datensätze nach Beendigung des k-Means-Verfahrens in dem Cluster verblieben, dem sie der Ward-Algorithmus ursprünglich zugeteilt hatte.

		k-Means			
		1	2	3	4
Ward	1	12	0	0	0
	2	1	25	0	0
	3	0	2	36	0
	4	0	2	2	20

Tabelle 8.33.: Wechselmatrix der Clusterzugehörigkeit für das Ward- und das k-Means-Verfahren

Abschließend müssen wir uns von der Validität der erhaltenen Clusteraufteilung überzeugen. Die Cluster der 4-Clusterlösung sind untereinander heterogen und bestehen aus homogenen Elementen; dies hatten wir bereits in Kapitel 8.2.3.2 nachgewiesen. Im nächsten Schritt werden wir für die 4-Clusterlösung eine Diskriminanzanalyse bezüglich der neun berücksichtigten Variablen durchführen, die ein hochsignifikantes Ergebnis liefern muss (vgl. Kapitel 7.6.2). Das Ergebnis der Diskriminanzanalyse ist in Tabelle 8.34 dargestellt.

		vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit			
		1	2	3	4
k-Means	1	12	1	0	0
	2	0	25	2	2
	3	0	0	36	2
	4	0	0	0	20

Tabelle 8.34.: Diskriminanzanalyse der 4-Clusterlösung

Bei der Diskriminanzanalyse wurden 93,0% der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert. Wir werden die Stabilität der Clusterlösung zusätzlich mit Hilfe einer Kreuzvalidierung überprüfen. Dazu wird der Datensatz in zwei Hälften aufgesplittet. Die Kreuzvalidierung ergibt, dass 50 von 54 Fällen des ersten Teildatensatzes bei der Clusterung mit dem zweiten Teildatensatz dem gleichen Cluster zugeordnet werden; die Verteilung ist in Tabelle 8.35 abgebildet.

		Cluster			
		1	2	3	4
Cluster	1	7	0	0	0
	2	0	15	3	0
	3	0	0	19	0
	4	1	0	0	9

Tabelle 8.35.: Kreuzvalidierung der 4-Clusterlösung

Unter Berücksichtigung der verhältnismäßig kleinen Stichprobengröße deutet diese Quote von 92,6% auf eine gute Stabilität der Clusterlösung hin. Abschließend muss zur Validierung sichergestellt werden, dass die vier Cluster sinnvoll interpretiert werden können. Dies werden wir in den beiden folgenden Abschnitten nachweisen.

8.2.3.4. Ausprägungen in den vier Clustern

Zur Analyse der Ausprägungen in den vier Clustern ziehen wir die nicht-standardisierten Mittelwerte der intervallskalierten Clustervariablen heran und betrachten die Häu-

figkeitsverteilung (gemessen in Prozent) der restlichen Clustervariablen. Zusätzlich erfolgt anhand einer Varianzanalyse (ANOVA) die Überprüfung, ob die Unterschiedlichkeit dieser Variablen zwischen den Clustern signifikant ist. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.36 dargestellt.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Anteil der Datensätze	13,0%	29,0%	38,0%	20,0%
	(13)	(29)	(38)	(20)
V1 gar keine	0%	6,9%	0%	0%
weniger als 1h	0%	10,3%	15,8%	10,0%
1 bis unter 3h	7,7%	55,2%	36,8%	10,0%
3 bis unter 5h	7,7%	27,6%	23,7%	60,0%
5h und mehr	84,6%	0%	23,7%	20,0%
V2 gar keine	0%	6,9%	2,6%	0%
weniger als 1h	0%	10,3%	13,2%	5,0%
1 bis unter 3h	7,7%	44,8%	34,2%	20,0%
3 bis unter 5h	7,7%	37,9%	23,7%	25,0%
5h und mehr	84,6%	0%	26,3%	50,0%
V3 Zufriedenheit***	4,00	3,10	1,89	2,55
V4 kein Abbruch***	3,77	3,28	1,63	2,25
V5 Sicherheit***	4,54	3,03	1,39	2,30
V6 Abschluss***	4,38	3,34	1,84	2,95
V7 Abiturnote**	2,2	2,4	2,0	2,3
V8 Gymnasium	69,2%	96,6%	97,4%	0%
Gesamtschule/Berufskolleg	30,8%	3,4%	2,6%	100,0%
V9 gar keine	69,2%	62,1%	65,8%	45,0%
weniger als 5h	0%	3,4%	18,4%	15,0%
5 bis unter 10h	7,7%	17,2%	10,5%	15,0%
10 bis unter 15h	15,4%	10,3%	5,3%	15,0%
15h und mehr	7,7%	6,9%	0%	10,0%
ANOVA-Ergebnisse: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$				

Tabelle 8.36.: Analyse der in der Clusteranalyse verwendeten Variablen

Zwischen der Clusterzuordnung und dem wöchentlichen Arbeitsaufwand für die beiden Grundvorlesungen besteht jeweils ein signifikanter Zusammenhang (Lineare Algebra: $F = 12,070$; $p = .000$ und Analysis: $F = 10,697$; $p = .000$). Signifikante Zusammenhänge ergeben sich ebenfalls zwischen der Clusterzugehörigkeit und der Durchschnittsnote im Abitur ($F = 3,068$; $p = .032$) und der besuchten Schulform ($F = 98,761$; $p = .000$). Demgegenüber konnte für eine neben dem Studium ausgeübte Erwerbstätigkeit kein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden ($F = 1,675$;

$p = .177$).

Neben den in der Clusteranalyse verwendeten Variablen untersuchen wir sämtliche in Kapitel 8.2.2 als relevant identifizierte Faktoren hinsichtlich ihrer Bedeutung für die gefundene Clusterlösung. Wir beginnen mit den Fragen 2, 9 und 12, für die wir jeweils mit Hilfe einer Faktorenanalyse Dimensionen ermitteln konnten, denen sich die einzelnen Items zuordnen ließen. Frage 2 beinhaltet die Faktoren Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik. Frage 9 befasst sich mit den persönlichen Einstellungen und besteht aus den Dimensionen *erfolgreiche Umstellung*, *Durchhaltevermögen*, *Durchschnitt* und *Probleme*. Frage 12 beinhaltet die Zufriedenheit der Studienanfänger mit den Leistungen, den Rahmenbedingungen des Studiums, den Übungen und den sozialen Kontakten. Um die Faktoren auswerten zu können, haben wir für jeden der Faktoren eine neue Variable definiert, die wir durch eine lineare Transformation (vgl. Abschnitt 8.1.1.1) auf das Intervall von 0 bis 5 abbilden, so dass jede der fünf Antwortkategorien die Länge 1 hat. In Tabelle 8.37 sind die Mittelwerte der neu entstandenen Variablen dargestellt.

		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Anteil der Datensätze		13,0%	29,0%	38,0%	20,0%
		(13)	(29)	(38)	(20)
Frage 2	Analysis*	1,78	1,48	1,11	1,78
	Ana. Geometrie	2,23	1,46	1,36	1,50
	Stochastik	3,51	3,48	2,92	2,38
Frage 9	Faktor 1***	4,17	3,43	2,14	3,38
	Faktor 2***	3,41	2,22	1,37	1,69
	Faktor 3	1,71	1,61	1,77	1,35
	Faktor 4***	2,64	3,38	4,12	3,22
Frage 12	Faktor 1***	3,62	2,72	1,36	2,29
	Faktor 2***	2,77	2,49	1,45	1,86
	Faktor 3**	1,83	1,72	1,05	1,43
	Faktor 4	1,44	1,19	0,81	1,25
ANOVA-Ergebnisse: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$					

Tabelle 8.37.: Analyse der Fragen 2, 9 und 12 in Abhängigkeit der Clusterzugehörigkeit

Entgegen unseren Annahmen scheinen die durch die Schule erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten keinen Einfluss auf die Klassifizierung der Studierenden zu haben; lediglich der Faktor Analysis erweist sich als schwach signifikant. Mit Ausnahme des dritten Faktors, der die schwierige Umstellung auf das Studium beinhaltet, erweisen sich alle anderen Dimensionen der persönlichen Einstellungen dagegen als höchst si-

signifikant für die Clusterzugehörigkeit. Bei der Zufriedenheit sind vor allem die Zufriedenheit mit den Leistungen und dem Studium insgesamt (Faktor 1) und die Zufriedenheit mit den Rahmenbedingungen des Studiums (Faktor 2) signifikant. Die Zufriedenheit mit den Übungen (Faktor 3) erweist sich ebenfalls als signifikant; für den vierten Faktor (Zufriedenheit mit den sozialen Kontakten) ergibt sich kein signifikantes Ergebnis.

Wider Erwarten lassen sich weder für die Mathematiknote im Abitur ($F = 1,361$, $p = .260$), den Studiengang ($F = 0,036$; $p = .991$), den Vorkurs ($F = 0,569$; $p = .637$), das Arbeiten in einer Lerngruppe ($F = 1,104$; $p = .351$) noch für das Geschlecht ($F = 1,623$; $p = .189$) signifikante Einflüsse auf die Clusterzugehörigkeit ausmachen.

Für die Frage wie gut sich die Befragten im Nachhinein betrachtet durch die Schule auf das Studium vorbereitet fühlen (Frage 3) ergeben sich signifikante Zusammenhänge zur Clusterzugehörigkeit ($F = 6,912$; $p = .000$). Gleiches gilt für Frage 15, in der nach der Einschätzung der Studienbewältigung vor Studienbeginn gefragt wird ($F = 6,132$; $p = .001$). Auch für die Frage, ob Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs belegt worden ist ($F = 7,454$; $p = .000$), lässt sich ein signifikanter Zusammenhang erkennen.

Ziel dieser Arbeit ist es, Studienanfänger in Gruppen mit unterschiedlich hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselwahrscheinlichkeiten zu unterteilen. Bei der Auswahl der Variablen für die Clusteranalyse haben wir jedoch weitestgehend auf eine Aufnahme ebendieser Faktoren in die Analyse verzichtet. Stattdessen haben wir den Fokus auf den wöchentlichen Arbeitsaufwand, Studienzufriedenheit im Allgemeinen, die Sicherheit der richtigen Studienwahl, die schulischen Voraussetzungen in Form der Durchschnittsnote im Abitur und der Schulform, auf der das Abitur erworben wurde, sowie parallel zum Studium ausgeübter Erwerbstätigkeit beschränkt. Lediglich ein Item – nämlich *Meine Entscheidung für das Mathematikstudium werde ich nicht ändern* – befasst sich mit dem Studienabbruch und Studienfachwechsel und wurde für die Clusteranalyse verwendet. In Frage 13 des zweiten Fragebogens (vgl. Anhang D) werden Motive abgefragt, die zu einem Abbruch des Mathematikstudiums führen können. Wir werden im Folgenden untersuchen, ob sich die vier Cluster hinsichtlich der Beantwortung dieser Items unterscheiden.

Wir ziehen erneut die Mittelwerte der einzelnen Clustervariablen heran und überprüfen mittels einer Varianzanalyse, ob die Unterschiedlichkeit dieser Variablen zwischen den Clustern signifikant ist. Da die Antwortskala für die Items von 1 *trifft zu* bis 5 *trifft nicht zu* geht, bedeutet ein niedrigerer Mittelwert eine höhere Wahrscheinlichkeit, das in dem Item beschriebene Merkmal in Erwägung zu ziehen oder sogar umzusetzen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.38 dargestellt.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Anteil der Datensätze	13,0% (13)	29,0% (29)	38,0% (38)	20,0% (20)
zu harte Anforderungen***	2,38	2,90	4,50	3,70
Studium zu theoretisch***	2,54	3,34	4,63	4,05
entspricht nicht den Vorstellungen***	2,15	2,79	3,84	3,05
Ausbildungsplatz***	4,15	4,00	4,84	4,25
anderer Studiengang***	2,00	2,72	4,29	3,50
ANOVA-Ergebnisse: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$				

Tabelle 8.38.: *Item-Analyse der Frage 13 in Abhängigkeit der Clusterzugehörigkeit*

Für alle Items lassen sich höchst signifikante Zusammenhänge zur Clusterzugehörigkeit ausmachen und folglich können wir den Personen in den vier ermittelten Clustern unterschiedlich hohe Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiken unterstellen. Das erste Cluster weist mit Ausnahme des Angebotes eines Ausbildungsplatzes in allen Bereichen die niedrigsten Mittelwerte auf und dementsprechend sind die 13 Personen, die dieser Gruppe zugeordnet werden, diejenigen mit dem höchsten Abbruchrisiko. Cluster 2 hat die zweitniedrigsten Werte und demnach ist dies die Gruppe, die neben Cluster 1 am abbruchgefährdetsten ist. Cluster 4 weist im Vergleich mit den übrigen drei Clustern Werte in einem mittleren Bereich auf. Deshalb können wir von einer mittleren Abbruch- und Fachwechselgefährdung ausgehen. Cluster 3 hat dagegen die höchsten Mittelwerte aller Cluster. Die 38 Studierenden, die diesem Cluster zugeordnet werden, haben folglich die besten Voraussetzungen, das Mathematikstudium nach dem ersten Studienjahr erfolgreich fortzusetzen.

8.2.3.5. Interpretation der vier Cluster

In diesem Abschnitt erfolgt die Interpretation der vier Cluster. Dazu wird jedem Cluster ein Name zugewiesen, der die dahinter stehenden Auffassungen zusammenfasst, beschreibt und erklärt. Zur Erleichterung der Interpretation werden zudem die Werte der Variablen mit einem signifikanten Zusammenhang zu der Clusterlösung in verbale Beschreibungen überführt. Die Beschreibungen der Werte (z.B. niedrig, mittel, hoch) sind dabei in Relation zu den anderen Clusterwerten und nicht absolut zu verstehen. In Tabelle 8.39 sind die Clusternamen und die verbalen Beschreibungen der Variablen aufgeführt.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Clustername	<i>Unzufriedene</i>	<i>Unentschlossene</i>	<i>Zufriedene</i>	<i>Arbeiter</i>
Arbeitsaufwand				
Lineare Algebra	sehr hoch	mittel	mittel	hoch
Analysis	sehr hoch	mittel	mittel	hoch
Zufriedenheit				
Leistungen & Studium	niedrig	mittel	sehr hoch	hoch
Rahmenbedingungen	mittel	mittel	hoch	hoch
Übungen	mittel	mittel	sehr hoch	hoch
Entscheidung				
nicht ändern	niedrig	mittel	sehr hoch	hoch
Erste Erfahrungen				
richtige Wahl	niedrig	mittel	sehr hoch	hoch
Studienerfolg				
jetziger Standpunkt	niedrig	mittel	sehr hoch	hoch
vor Studienbeginn	mittel	mittel	sehr hoch	hoch
persönliche Erwartungen				
gute Umstellung	niedrig	mittel	sehr hoch	mittel
Durchhaltevermögen	niedrig	mittel	sehr hoch	hoch
Probleme	hoch	mittel	niedrig	mittel
Schule				
Vorbereitung	niedrig	niedrig	mittel	mittel
Note				
Abitur	mittel	niedrig	hoch	mittel
Schulform				
Gymnasium	mittel	sehr hoch	sehr hoch	niedrig
Gesamtschule/Berufskolleg	mittel	niedrig	niedrig	sehr hoch
Kurswahl				
Leistungskurs	niedrig	hoch	sehr hoch	mittel
Grundkurs	sehr hoch	mittel	niedrig	sehr hoch
Abbruchmotive				
zu harte Anforderungen	sehr hoch	hoch	niedrig	mittel
Studium zu theoretisch	sehr hoch	hoch	niedrig	mittel
falsche Vorstellungen	sehr hoch	hoch	mittel	hoch
Ausbildungsplatz	hoch	hoch	niedrig	mittel
anderer Studiengang	sehr hoch	hoch	niedrig	mittel

Tabelle 8.39.: Verbale Beschreibung der Cluster

Die vier Cluster lassen sich mit *Unzufriedene*, *Unentschlossene*, *Zufriedene* und *Arbeiter* beschreiben. Auch wenn damit eine starke Vereinfachung einhergeht und wir eigentlich auf einer vergleichsweise kleinen Stichprobe neue Hypothesen generieren, ist es dennoch sinnvoll, solche Namen zu verwenden, um Besonderheiten der einzelnen Personengruppen zu verdeutlichen. Im Folgenden werden wir die vier Gruppen näher charakterisieren.

Cluster 1: „Die Unzufriedenen“

Die in dieses Cluster einsortierten 13 Personen geben an, im Durchschnitt für die beiden Grundvorlesungen Lineare Algebra und Analysis sehr viel Zeit aufzuwenden. Parallel zu dieser immensen Zeitinvestition sind sie mit den dabei erbrachten Leistungen am wenigstens von allen Gruppen zufrieden. Die Zufriedenheit mit den Rahmenbedingungen des Studiums und den Übungen wird im Vergleich zu den anderen Clustern ebenfalls am schlechtesten bewertet. Hinzu kommt, dass sie sich durch die Schule sehr schlecht vorbereitet fühlen und im Abitur auch lediglich einen mittleren Notenschnitt erzielt haben. Die Umstellung auf das Studium ist den Personen im ersten Cluster sehr schwer gefallen und zum Teil misslungen. Dies spiegelt sich darin wider, dass die Personen die niedrigsten Werte bei der Umstellung aufweisen und zugleich die meisten Probleme angeben. Ebenso stufen sie ihr Durchhaltevermögen als niedrig ein und bezweifeln, dass sie das Studium in der Regelstudienzeit absolvieren werden. Die Personen ordnen sich selber als durchschnittlich ein. Vor Studienbeginn wurden die Aussichten auf ein erfolgreiches Beenden des Studiums als mittel eingestuft und nach den ersten Wochen im Studium ist dieser Wert noch geringer. Dementsprechend wird angezweifelt, dass das Mathematikstudium die richtige Wahl war, und es wird nicht ausgeschlossen, dass das Studium abgebrochen oder das Fach gewechselt wird. Dies wird besonders bei der Beurteilung der Studienabbruchmotive deutlich, in denen dieses Cluster die niedrigsten Werte aller Cluster aufweist. Der Großteil der Befragten hatte in der Schule einen Mathematik-Grundkurs und stammt zu ca. 70% von einem Gymnasium; die restlichen 30% haben das Abitur auf einer Gesamtschule oder einem Berufskolleg erworben. Das Cluster weist die mit Abstand schlechtesten Werte aller Cluster auf und die in diesem Cluster befindlichen Personen sind zu diesem frühen Zeitpunkt im Studium sehr stark abbruch- und fachwechselgefährdet.

Cluster 2: „Die Unentschlossenen“

Die dem zweiten Cluster zugeordneten 29 Personen zeichnen sich durch eine neutrale Einstellung gegenüber dem Studium aus, die am Besten durch Unentschlossenheit oder Abwarten erklärt werden kann. Die Zugehörigen dieses Clusters geben an, durchschnittlich viel Zeit für die Grundvorlesungen aufzuwenden. Bei den Dimensionen der Zufriedenheit mit dem Studium erfolgt stets eine im Vergleich zu den übrigen Clustern

mittlere Einstufung. Dies betrifft in gleichen Maßen die Zufriedenheit mit den eigenen Leistungen und dem Studium, den Rahmenbedingungen sowie den Übungen. Die Aussicht, das Studium erfolgreich zu bewältigen, wird zum Zeitpunkt der zweiten Befragung noch genauso eingestuft wie zu Studienbeginn und wird mit mittel beziffert. Auch sind diese Personen sich unsicher, ob das Studium die richtige Wahl gewesen ist und ob nicht noch eine Korrektur der Studienentscheidung vorgenommen wird. Dementsprechend werden alle Abbruchmotive mit einer hohen Zustimmung bewertet; auch hier hat lediglich das erste Cluster schlechtere Werte. Von der Schule fühlen sich die Personen schlecht vorbereitet; nur die Personen im ersten Cluster bewerten diesen Aspekt schlechter. Die Abiturnoten liegen im Vergleich mit den anderen Clustern in einem niedrigen Bereich. Dabei erfolgte die Belegung von Mathematik in der Schule zu gleichen Teilen als Leistungs- und als Grundkurs. Die Studierenden in dieser Gruppe stammen fast ausschließlich von Gymnasien. Es bleibt abzuwarten, wie diese zahlenmäßig zweitgrößte Gruppe die ersten Prüfungen an der Hochschule erlebt und ob dort Erfolge erzielt werden können; aufgrund des mittleren Arbeitsaufwandes und der als durchschnittlich eingestuften Leistungen ist die Erfolgswahrscheinlichkeit jedoch vergleichsweise gering. Ende des ersten Studienjahres wird sich herauskristallisieren, ob die dem zweiten Cluster zugeordneten Personen aufgrund nichtbestandener Klausuren die Entscheidung für ein Mathematikstudium überdenken und gegebenenfalls eine Korrektur der Studienwahl vornehmen werden. Werden stattdessen erste Erfolge erzielt, so ist eine Fortsetzung des Studiums wahrscheinlich.

Cluster 3: „Die Zufriedenen“

Dem dritten Cluster werden 38 Personen zugeordnet und somit ist dies die größte Gruppe. Am Besten lässt diese Personengruppe als zufrieden – und das in jeglicher Hinsicht – beschreiben. Die Zufriedenheit mit den im Studium erbrachten Leistungen und dem Studium selbst ist sehr hoch. Ebenso wird die Zufriedenheit mit den Rahmenbedingungen des Studiums und mit den Übungen als hoch eingestuft. Die Umstellung auf das Studium ist bei dieser Gruppe sehr gut gelungen; Probleme wurden bisher fast keine erlebt. Auch ordnen sich die wenigsten in dieser Gruppe als durchschnittlich ein. Der Arbeitsaufwand für die Lineare Algebra und die Analysis wird als mittel eingestuft. Darüber hinaus wird in dieser Gruppe die Aussicht, das Studium erfolgreich abzuschließen, genau wie vor Studienbeginn als sehr hoch bewertet. Deshalb und aufgrund der ersten im Studium gemachten Erfahrungen sowie dem sehr großen Durchhaltevermögen sind die Mitglieder dieser Gruppe davon überzeugt, die richtige Wahl getroffen zu haben, und sie gehen ferner davon aus, dass kein Grund besteht, die getroffene Studienwahl nachträglich zu korrigieren. Dementsprechend werden die abgefragten Studienabbruchmotive alle sehr niedrig bewertet und kommen daher für die Studierenden in diesem Cluster nicht in Betracht. Die Fähigkeiten und Kenntnisse, die

in der Schule erworben wurden, werden nachträglich als mittel eingestuft. Der Großteil der Personen hatte in der Oberstufe einen Leistungskurs in Mathematik. Ebenso haben fast alle ihr Abitur an einem Gymnasium erworben und haben dabei eine Note erreicht, die im guten Bereich einzuordnen ist. Betrachtet man sämtliche bewertete Aspekte, dann haben die Personen in diesem Cluster die besten Aussichten das erste Studienjahr erfolgreich zu bewältigen und das Studium auch zu beenden.

Cluster 4: „Die Arbeiter“

Die 20 Personen, die dem vierten Cluster zugeordnet werden, zeichnen sich durch einen hohen Arbeitseinsatz für die beiden Grundveranstaltungen Lineare Algebra und Analysis aus. Die Zufriedenheit mit den daraus resultierenden Leistungen, dem Studium insgesamt sowie den Rahmenbedingungen des Studiums ist hoch. Ebenso wird die Zufriedenheit mit den Übungen als hoch eingestuft. Die Studierenden sind sich sicher, die richtige Studienwahl getroffen zu haben, und beabsichtigen nicht, das Studienfach zu wechseln oder sich zu exmatrikulieren. Dementsprechend sind sie zuversichtlich, dass sie das Studium erfolgreich beenden werden. Dies wurde auch vor Studienbeginn bereits als hoch eingestuft. Darüber hinaus sind die Personen im vierten Cluster unsicher, ob ihnen die Umstellung auf das Studium gut gelungen ist; dies wird im mittleren Bereich eingeordnet. Die Studierenden stufen sich vorwiegend als durchschnittlich ein und attestieren sich ein hohes Durchhaltevermögen. Trotzdem sind ihnen im Studium bereits die ersten Probleme begegnet. Dies spiegelt sich in den Studienabbruch- und Fachwechselmotiven wider, die in diesem Cluster in einem mittleren Bereich bewertet werden. Die Vorbereitung durch die Schule wird als durchschnittlich empfunden. Sämtliche Personen dieser Gruppe haben ihre Hochschulzugangsberechtigung auf einer Gesamtschule oder einem Berufskolleg erworben. Dort haben sie eine Abiturnote im mittleren Bereich erzielt und ein hoher Anteil hatte Mathematik als Grundkurs belegt. Im vierten Cluster befinden sich somit Studierende, die angeben, hart zu arbeiten, und dabei mit ihren erbrachten Leistungen zufrieden sind und sich sicher sind, das richtige Studienfach gewählt zu haben. Trotz dieser positiven Bewertungen, sind die Personen sich nicht sicher, ob ihnen die Umstellung auf das Studium gut gelungen ist und ob sie das Studium erfolgreich abschließen werden; daher werden die Studienabbruchmotive auch nicht völlig abgelehnt, sondern in einer neutralen Mittelposition eingeordnet. Deshalb kann diese Gruppe treffenderweise mit *Arbeiter* beschrieben werden. Es bleibt abzuwarten, wie die ersten Prüfungen verlaufen und ob die Zweifel geringer werden. Je nachdem, wie sich dies entwickelt, steigen oder sinken die Chancen für ein erfolgreiches Fortsetzen des Studiums.

9. Fazit und Ausblick

Dieses Kapitel bildet den Abschluss der vorliegenden Arbeit. In Abschnitt 9.1 fassen wir zunächst die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchung zusammen. Dabei orientiert sich die Darstellung an den Forschungsfragen, die wir in den Kapiteln 2.2 und 6.2 formuliert und erläutert haben. Danach diskutieren wir in Abschnitt 9.2 Handlungsempfehlungen für Schulen und mathematische Fakultäten zur Reduktion von Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten in mathematischen Studiengängen an deutschen Universitäten und geben abschließend in Abschnitt 9.3 einen Ausblick auf weitere Forschungsperspektiven.

9.1. Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Ausgangspunkt unserer Untersuchungen war die Tatsache, dass in den Medien über Fachkräftemangel und hohe Abbrecherquoten in naturwissenschaftlichen Fächern berichtet worden ist und immer noch wird. Bei unserer Suche nach fundierten Studien, die sich mit dieser Thematik intensiv befassen, mussten wir feststellen, dass für die Mathematik keine derartige Studie existiert. Diesen Umstand haben wir zum Anlass genommen, den Studienabbruch und Studienfachwechsel in mathematischen Studiengängen näher zu untersuchen.

Unser erstes Anliegen bestand in einer möglichst genauen Erfassung des Ausmaßes des Studienabbruchs und Studienfachwechsels in mathematischen Studiengängen. Deshalb haben wir zunächst eine systematische Bestandsaufnahme der bisher zu diesem Thema veröffentlichten Studien vorgenommen und mussten erkennen, dass in diesen der Studienabbruch jeweils unter zum Teil sehr unterschiedlichen Gesichtspunkten beziffert worden ist (vgl. Kapitel 2.1). Da unsere Forschungsfragen, die wir im Anschluss daran in Kapitel 2.2 formuliert haben, mit den bisherigen Forschungsergebnissen nicht beantwortet werden konnten, haben wir Daten des Deutschen Statistischen Bundesamtes verwendet, um Antworten auf die aufgeworfenen Fragen zu finden.

Im Hinblick auf die einzelnen Forschungsfragen, die wir für diesen ersten Teil formuliert haben, liefert diese Arbeit die folgenden Erkenntnisse (vgl. Kapitel 3):

Forschungsfrage 1: Wie hoch ist der Anteil derer, die ein Studium in einem mathematischen Studienfach und in einer bestimmten Prüfungsgruppe beginnen und dort das n -te Fachsemester erreichen?

Um diese erste Forschungsfrage beantworten zu können, wählten wir einen *prospektiven* Ansatz und definierten die sogenannte *Studienfachwechselquote*, die angibt, wie viele Studienanfänger eines Studienfachs in einer vorher festgelegten Prüfungsgruppe das n -te Fachsemester nicht erreichen. Wir konnten feststellen, dass besonders viele Studierende sich in der Studieneingangsphase exmatrikulieren oder das Studienfach wechseln. Überdies haben wir den Studienbereich Mathematik mit anderen Studienbereichen verglichen und mussten feststellen, dass die Studienbereichwechselquoten in den Diplomstudiengängen nach dem ersten Studienjahr im Studienbereich Mathematik sich signifikant von denen anderer Studienbereiche unterscheiden und höher ausfallen.

Forschungsfrage 2: Lassen sich Unterschiede in den Studienabbruchquoten zwischen den einzelnen mathematischen Studienfächern unter Beibehaltung der Prüfungsgruppe feststellen?

Im Diplomstudiengang Mathematik beträgt die Studienfachwechselquote nach dem ersten Studienjahr für beide Geschlechter zusammen durchschnittlich 38,2%, während sie im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik im Schnitt bei 32,8% liegt. Diese Differenz von etwa sechs Prozentpunkten bleibt über unseren gesamten Betrachtungszeitraum, der sich bis zum Ende des achten Fachsemesters erstreckt, erhalten. Ebenso bestehen Unterschiede zwischen diesen beiden Studienfächern wenn man statt der Diplomstudiengänge die neu eingeführten Bachelorstudiengänge betrachtet oder zusätzlich eine Differenzierung nach dem Geschlecht vornimmt.

Forschungsfrage 3: Wie hoch sind die Erfolgsquoten in den jeweiligen mathematischen Studiengängen?

Mit dem prospektiven Berechnungsansatz ist es nicht möglich, Studienfachwechselquoten für einen mehr als acht Fachsemester umfassenden Zeitraum zu bestimmen. Aufgrund dessen haben wir ein Berechnungsverfahren entwickelt, mit dem wir Erfolgs- bzw. Abbruchquoten auf Basis von Absolventenjahrgängen bestimmen können. Mit diesem *retrospektiven* Ansatz konnten wir ermitteln, dass durchschnittlich 21,3% der männlichen und 17,4% der weiblichen Studierenden im Diplomstudiengang Mathematik auch ihr Studium erfolgreich abschließen. Im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik fallen diese Quoten besser aus. Durchschnittlich 35,3% der männlichen und 35,5% der weiblichen Studienanfänger erwerben dort das Diplom.

Forschungsfrage 4: Lassen sich Unterschiede in den Abbruchquoten männlicher und weiblicher Studierender ausmachen?

Um diese Frage beantworten zu können, greifen wir wieder auf den prospektiven Ansatz zurück. Im Diplomstudiengang Mathematik beträgt die Studienfachwechselquote nach zwei Fachsemestern bei männlichen Studierenden im Schnitt 33,9% und bei weiblichen 45,3%. Geringfügig besser ist diese Quote im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, in welchem nach dem ersten Studienjahr 30,6% der männlichen und 36,1% der weiblichen Studierenden ihr Studium abbrechen. Im weiteren Studienverlauf steigen die Quoten kontinuierlich, aber mit einer abgeschwächten Zuwachsrate weiter an, wobei die Unterschiede zwischen den Studienfachwechselquoten der Geschlechter erhalten bleiben.

Forschungsfrage 5: Haben sich durch die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge das Abbruchverhalten und die damit verbundenen Abbruchquoten verändert?

Da die Umstellung auf die Bachelor- und Masterstudiengänge nicht an allen Universitäten zeitgleich erfolgt ist und uns daher nur wenige Zahlen vorliegen, die ein vollständiges, sechssemestriges Bachelorstudium abdecken, haben wir unsere Berechnungen der Studienfachwechselquoten an dieser Stelle auf das erste Studienjahr beschränkt. Unsere Analysen zeigen, dass in den mathematischen Studienfächern keine signifikanten Unterschiede in den Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern von Diplom- und Bachelorstudiengängen auszumachen sind. Wir erhielten dieses Ergebnis sowohl bei einer Berechnung der Studienfachwechselquoten auf Basis der Gesamtzahlen als auch bei einer Differenzierung nach männlichen und weiblichen Studierenden.

Weil wir es nicht bei einer reinen Darstellung von aufgearbeitetem Zahlenmaterial belassen wollten, fragten wir uns, warum besonders in der Studieneingangsphase so viele Studienanfänger das Studienfach wechseln oder sich exmatrikulieren. Um sicher zu gehen, dass an der eigenen Hochschule eine Situation vorliegt, die mit den über das Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes ermittelten Quoten vergleichbar ist, analysierten wir zunächst die Zahlen unserer eigenen mathematischen Fakultät und kamen zu den gleichen Befunden, die wir bereits für die nationalen Daten erhalten hatten (vgl. Kapitel 4). Dies veranlasste uns dazu, den Ursachen und Beweggründen für Studienabbrüche und Studienfachwechsel auf den Grund zu gehen.

Dazu haben wir mit Hilfe einer umfassenden Literaturrecherche die in der Pädagogischen Psychologie untersuchten Prädiktoren für Studienabbrüche und Studienfachwechsel vorgestellt und zusätzlich die Forschungsergebnisse in der mathematikdidaktischen Diskussion über Studienabbrüche und Studienfachwechsel in der Studieneingangsphase von mathematischen Studiengängen zusammengetragen (vgl. Kapitel 5).

Auf Basis dieser Informationen haben wir eine Modellvorstellung der sogenannten *Secondary-Tertiary-Transition* entwickelt und haben gestützt auf diese Modellbildung Forschungsfragen formuliert (vgl. Kapitel 6).

Bei der Analyse von Ursachen und Motiven für Studienabbrüche und Studienfachwechsel hat man zwei Möglichkeiten, sich der Thematik zu nähern; entweder befragt man Studierende, die bereits abgebrochen haben, oder man befragt einen kompletten Anfängerjahrgang, also Studierende, die noch im System sind, und schließt über die Ergebnisse auf bestimmte Risikogruppen. Wir haben uns für die zweite Variante entschieden und nach einer intensiven Literaturrecherche zwei Fragebögen entwickelt und – einen in der Woche vor Vorlesungsbeginn und den anderen im zweiten Drittel des ersten Fachsemesters – eingesetzt. Da die Immatrikulationszahlen unserer Fakultät alleine zu gering waren und um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, beschlossen wir, die anderen Universitäten der Universitätsallianz Metropole Ruhr in die Befragung zu integrieren. Bei der abschließenden Clusteranalyse haben wir jedoch ausschließlich die Ergebnisse des zweiten Fragebogens verwendet.

Im Hinblick auf die Forschungsfragen, die wir für diesen zweiten Teil formuliert haben, liefert die Analyse der Fragebögen die folgenden Erkenntnisse (vgl. Kapitel 8):

Forschungsfrage 6: Ist es auf Basis des von uns konstruierten Modells möglich, Studierende in Gruppen mit unterschiedlich hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselrisiken zu unterteilen?

Eine Clusteranalyse lieferte uns vier Gruppen, in welche die Studienanfänger unterteilt werden konnten und die sich mit *Unzufriedene*, *Unentschlossene*, *Zufriedene* und *Arbeiter* beschreiben lassen. Die Personen, die dem ersten Cluster zugeordnet werden können, haben von allen vier Gruppen das höchste Abbruchrisiko. Demgegenüber scheinen die *Zufriedenen* am wenigsten gefährdet zu sein, einen frühen Studienabbruch oder Studienfachwechsel vorzunehmen. Für die Gruppen der *Unentschlossenen* und der *Arbeiter* lässt sich schwer sagen, wie hoch hier das Studienabbruchrisiko ist. Wir gehen davon aus, dass nach den ersten Klausuren, die zum Zeitpunkt der zweiten Befragung noch nicht geschrieben worden waren, auch Personen dieser Gruppen darüber nachdenken werden, das Studium aufzugeben.

Forschungsfrage 7: Unterscheiden sich die ermittelten Studierendentypen signifikant bezüglich der Sicherheit der richtigen Studienwahl?

Bei unseren Analysen bewährte sich die Hypothese, dass sich die durch die Clusteranalyse identifizierten Gruppen hinsichtlich der Sicherheit, den richtigen Studiengang gewählt zu haben, höchst signifikant unterscheiden. Besonders die Studierenden, die dem Cluster der *Unzufriedenen* zugeordnet werden, zweifeln daran, ob ihre Entscheidung für ein Fachstudium der Mathematik richtig gewesen ist. Die *Unentschlossenen*

sind sich nicht sicher, ob sie das richtige Studienfach gewählt haben und ordnen sich daher vorrangig im mittleren Bereich ein. Die Personen in den verbleibenden Gruppen der *Zufriedenen* und der *Arbeiter* sind dagegen davon überzeugt, die richtige Wahl getroffen zu haben.

Forschungsfrage 8: Wie gut eignen sich die Faktoren Durchschnittsnote im Abitur und Mathematiknote zur Klassifizierung von Studienanfängern in der Mathematik?

In den bisher veröffentlichten Studien wurden die Mathematiknote sowie die Durchschnittsnote im Abitur als die besten Prädiktoren für Studienabbrüche und Studienfachwechsel erachtet (vgl. Kapitel 5.3.3). Wider Erwarten konnten sich bei unseren Analysen diese Ergebnisse nicht völlig bewähren. Für die Mathematiknote im Abitur konnte kein signifikanter Einfluss auf die Clusterzugehörigkeit ausgemacht werden. Bei der Durchschnittsnote im Abitur dagegen konnte jedoch ein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Die *Zufriedenen* haben die besten Abiturnoten, während die Noten der *Unzufriedenen* und der *Arbeiter* in einem mittleren Bereich liegen. Die schlechtesten Durchschnittsnoten im Abitur finden sich in der Gruppe der *Unentschlossenen*.

Forschungsfrage 9: Lassen sich aufgrund der besuchten Schulform und der für Mathematik gewählten Kursart Rückschlüsse auf die Gruppenzugehörigkeit ziehen?

Unsere Auswertungen zeigten, dass sich die Personen in den vier Gruppen, die sich aus der Clusteranalyse ergeben haben, signifikant bezüglich der besuchten Schulform und der für Mathematik gewählten Kursart unterscheiden. Während in den Clustern der *Zufriedenen* und der *Unentschlossenen* überwiegend Studienanfänger mit Mathematik als Leistungskurs vorzufinden sind, die ihr Abitur auf einem Gymnasium erworben haben, befinden sich in der Gruppe der *Arbeiter* ausschließlich Personen, die von einer Gesamtschule oder einem Berufskolleg stammen und die größtenteils Mathematik als Grundkurs belegt haben. Das verbleibende Cluster der *Unzufriedenen* setzt sich sowohl aus Gymnasiasten als auch aus Gesamtschülern zusammen.

Forschungsfrage 10: Unterscheiden sich die ermittelten Studienanfängertypen hinsichtlich der Höhe der Erwerbstätigkeit?

Unsere Ergebnisse zeigen, dass zwischen der Clusterzugehörigkeit und der Höhe der parallel zum Studium ausgeübten Erwerbstätigkeit keine signifikante Zusammenhänge bestehen.

Forschungsfrage 11: Lassen sich bei den identifizierten Studienanfängertypen hinsichtlich des Arbeitsaufwands für die Grundvorlesungen und der Zufriedenheit mit den im Studium bisher erzielten Leistungen signifikante Unterschiede ausmachen?

Wir konnten feststellen, dass die Studienanfänger für die beiden Grundvorlesungen Lineare Algebra und Analysis etwa gleich viel Zeit aufwenden. Darüber hinaus erga-

ben unsere Analysen, dass zwischen dem Arbeitsaufwand für diese Grundvorlesungen und der Clusterzugehörigkeit ein signifikanter Zusammenhang besteht. Vor allem die *Unzufriedenen* und die *Arbeiter* wenden viel Zeit für die Grundvorlesungen auf. Demgegenüber liegt der Arbeitsaufwand der *Unentschlossenen* und der *Zufriedenen* in einem mittleren Bereich. Auch hinsichtlich der Zufriedenheit mit den bisher im Studium erbrachten Leistungen und der Clusterzugehörigkeit besteht ein signifikanter Zusammenhang. Besonders die *Zufriedenen* und die *Arbeiter* sind mit ihren Leistungen und dem Studium insgesamt zufrieden. Die Zufriedenheit der *Unentschlossenen* liegt im mittleren Bereich, während die *Unzufriedenen* verglichen mit allen anderen Gruppen am wenigsten zufrieden sind.

Forschungsfrage 12: Lassen sich bei der Aufteilung der Studienanfänger auf die ermittelten Gruppen Unterschiede zwischen den Geschlechtern beobachten?

Für die ermittelten Studierendengruppen, die sich hinsichtlich des Studienabbruch- und Studienfachwechselrisikos unterscheiden, lässt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Befragten und der Clusterzugehörigkeit ausmachen.

9.2. Empfehlungen zur Gestaltung des Übergangs

Es ist ein Leichtes, entweder den Schulen oder den Universitäten die Schuld für die hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten in mathematischen Studiengängen zuzuweisen. Die Einen mögen argumentieren, dass es die Pflicht der Schule ist, Abiturienten mit den für ein naturwissenschaftliches Studium notwendigen Kenntnissen und Fähigkeiten auszustatten, während die Anderen dem entgegenhalten mögen, dass es die Aufgabe der Hochschulen ist, Studienanfänger, die durch das Abitur schließlich die allgemeine Hochschulreife erlangt haben, auch zum Erfolg zu führen. Dass solche gegenseitigen Schuldzuweisungen zu nichts führen, ist nichts Neues. Damit sich an dieser Situation etwas ändern kann, ist es unumgänglich, dass beide Parteien gemeinsam an einer für beide Seiten zufriedenstellenden Lösung des Problems arbeiten. In den folgenden beiden Abschnitten werden wir entsprechende Handlungsempfehlungen für Schulen und für mathematische Fakultäten erörtern.

9.2.1. Perspektive der Schulen

Unabhängig von unserem Fokus auf die mathematischen Studiengänge liegt es nahe, von den Schulen zu fordern, die für ein Studium relevanten Mathematikkenntnisse zu vermitteln; denn schließlich scheitern auch in vielen anderen Studiengängen, die auf den ersten Blick nichts mit Mathematik zu tun haben (wie z.B. Betriebswirtschafts-

lehre), Studierende an den Mathematikvorlesungen – auch wenn vielerorts unterstellt wird, dass diese Veranstaltungen als „Siebveranstaltungen“ missbraucht werden. Dabei kommt erschwerend hinzu, dass nicht in jedem Bundesland eine Differenzierung in Leistungs- und Grundkurse, so wie es in Nordrhein-Westfalen der Fall ist, erfolgt. Darüber hinaus wird die allgemeine Hochschulreife als Zugangsberechtigung für alle Studiengänge verstanden. Vor diesem Hintergrund wäre ein Kompetenzmodell hilfreich, das an die Bildungsstandards für die mittlere Reife ansetzt und in dem die Anforderungen für ein Studium mit überwiegend mathematischen Inhalten beschrieben werden und das gleichermaßen sowohl Studienanfängern als auch Lehrkräften als Orientierungshilfe dienen kann. „Dieses Kompetenzmodell sollte als Kompetenzstrukturmodell die gemeinsamen Inhalte der Sekundarstufe II und des ersten Studienjahres umfassen (v.a. Analysis, Lineare Algebra)“ (Heinze & Grüßing (2009), S. 266). Anhand des folgenden Beispiels werden wir verdeutlichen, dass viele Themengebiete einer Überprüfung bedürfen, um eine bessere Abstimmung zwischen den in der Schule behandelten Themen und den im ersten Fachsemester an der Hochschule gelehrteten Inhalten zu erreichen:

Dazu betrachten wir exemplarisch die an der Schule unterrichtete Analytische Geometrie und parallel dazu die an der Hochschule gelehrtete Lineare Algebra. Man könnte annehmen, dass die Lineare Algebra auf der Analytischen Geometrie aufsetzt und nahtlos an den behandelten Themen anknüpft. Jedoch erkennt man bei eingehender Betrachtung der jeweils vorgeschriebenen Themenschwerpunkte, dass dies nicht der Fall ist. Lange Zeit wurden beispielsweise Matrizen, die für die Lineare Algebra an der Hochschule unabdingbar sind, in Schulen nicht gelehrt; erst seit Kurzem sind diese Bestandteil des Schulcurriculums.

Ein Vorschlag zur Neugestaltung des Mathematikunterrichts in der Oberstufe stammt beispielsweise von Heymann (1996). Er schlägt eine Modifizierung des bisher üblichen Grund- und Leistungskursverständnisses vor. So sollen Schüler, die eine besondere Neigung für Mathematik haben oder sich die Wahl eines mathematiklastigen Berufs offenhalten wollen, in Leistungskursen gezielt auf ein derartiges Studium vorbereitet werden. Demgegenüber soll für die restlichen Schüler ein „Grundkurs neuer Art“ obligatorisch sein, welcher sich vom herkömmlichen Curriculum löst und in dem stattdessen anwendungs- und alltagsorientierte Mathematik vermittelt werden soll.

Einerseits sind curriculare Veränderungen an der Schule nur sehr schwer zu erreichen, da bei der Kultusministerkonferenz (KMK) Abstimmungen über alle 16 Bundesländer realisiert werden müssen. Andererseits muss man sich auch der Differenzierung in *intendierte*, *implementierte* und *realisierte* Curricula bewusst sein. Auch wenn Änderungen in den Curricula von der KMK erfolgt sind und diese in den Lehrplänen der Schulen und in den Lehrbüchern (*intendierte* Curricula) umgesetzt worden sind, ist dennoch

ungewiss, welche Auswirkungen der Unterricht als Prozess (*implementierte Curricula*) auf die resultierenden Schülerleistungen (*realisierte Curricula*) hat. Dementsprechend darf bei der Diskussion zur Reduktion von Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten und der Rolle der Schule nicht nur eine Änderung des Curriculums thematisiert werden. Vielmehr rücken weitere Komponenten in den Fokus (z.B. die Rolle des Fachlehrers, Beziehungsebenen, Lernorganisation), die ebenso kritisch zu hinterfragen und zu diskutieren sind.

9.2.2. Perspektive der mathematischen Fakultäten

Da naturgemäß eine tiefgreifende Veränderung eines seit Langem bestehenden Systems nicht über Nacht erfolgen kann, benötigen wir eine kurzfristige Lösung, die zur Reduktion der Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten beiträgt. Prädestiniert hierfür sind die Brückenkurse, die den Studienanfängern vor Studienbeginn angeboten werden und die dazu dienen sollen, Schulkenntnisse aufzufrischen, und die den Übergang ins Studium erleichtern sollen; von der Wichtigkeit dieses Instruments sind Berger & Schwenk (2006), Büning (2004), De Guzman et al. (1998) und Parnell & Statham (2007) ebenfalls überzeugt. Allerdings ist vielerorts eine Überarbeitung und Optimierung dieses Instruments erforderlich, da einerseits die vermittelten Inhalte in vielen Fällen die selben sind wie vor mehr als zehn Jahren und man versäumt hat, auf Änderungen in den Schulcurricula zu reagieren, und da andererseits zum Teil Themen aus dem ersten Semester des Studiums abgedeckt werden, anstelle der Lehre der fehlenden Grundlagen genügend Platz einzuräumen.

Sicherlich kommt den Brückenkursen auch bei langfristigen Systemveränderungen eine wichtige Rolle zu. Allerdings sind neben dieser relativ schnell umsetzbaren Instrumentalisierung von Brückenkursen auch weitere Maßnahmen auf Hochschuleseite zu ergreifen. Im Folgenden berichten wir über Verbesserungsvorschläge, die in der Literatur bisher diskutiert worden sind.

Zunächst betrachten wir Maßnahmen, die vor dem eigentlichen Eintreten der Studienanfänger an die Universität stattfinden. So thematisieren Fries (2007), Jüling & Lehmann (1997), Pasternack (2006) und Rindermann & Wagner (2003) Auswahl- und Eignungsfeststellungsverfahren. Dadurch würde sich die Zahl der zukünftigen Studienabbrecher und Studienfachwechsler reduzieren, da einzelnen Personen nach dem Absolvieren dieses Tests davon abgeraten werden würde, Mathematik zu studieren. Das Problem besteht jedoch darin, dass derzeit kein allgemein anerkanntes Verfahren existiert. Damit der Einsatz eines solchen Instruments seinen Zweck aber erfüllen kann, müsste ein standardisierter Test entwickelt werden, der an allen Hochschulen im Bundesgebiet eingesetzt werden kann.

Ein weiteres Anliegen besteht darin, das Potential derjenigen, die für ein Mathematikstudium geeignet sind, besser auszuschöpfen und parallel für mehr Transparenz zu sorgen, wie ein Mathematikstudium abläuft und welche Anforderungen an die Studienanfänger gestellt werden. In diesem Zusammenhang bieten viele Universitäten außerschulische Angebote, wie Girls' Days, Schülertage oder Sommeruniversitäten für Schülerinnen und Schüler der Oberstufe an, um das Interesse am Studienfach Mathematik zu stärken. Neben diesen sehr sinnvollen Aktivitäten haben die mathematischen Fakultäten aber auch die Aufgabe, die dadurch rekrutierten Anfänger zu halten und zum Erfolg zu führen. Damit den Studienanfängern ein realistisches Bild mathematischer Studiengänge vermittelt werden kann, erachten wir eine verpflichtende Studienberatung für jeden Studienanfänger als angebracht.

Diese vor Studienbeginn wirkenden Maßnahmen stellen aber lediglich einen Teil der Instrumente dar, die der Reduktion von Studienabbrüchen und Studienfachwechseln dienen sollen. So betonen Rindermann & Oubaid (1999, S. 188): „Wer die Hochschulausbildung verbessern will, darf nicht nur an den Eingangsmerkmalen der Studierenden [...] ansetzen, sondern er muß auch Studienqualität und -bedingungen thematisieren.“ Dies betrifft vor allem die Studieneingangsphase, die einer Überarbeitung¹ bedarf (vgl. Pasternack (2006) und Schichl & Steinbauer (2009)). Im Folgenden beschreiben wir Möglichkeiten einer Neustrukturierung, wobei nicht übersehen werden darf, dass einige der hier vorgestellten Maßnahmen aus ausländischen Erhebungen stammen und es daher fraglich ist, ob diese – sofern sie im deutschen Hochschulsystem realisiert werden können – den gleichen Effekt haben werden:

- De Guzman et al. (1998) und Millett (2001) schlagen eine Überarbeitung der Vorlesungen vor. An einigen ausländischen Universitäten wurden Änderungen im Vorlesungsstil erprobt und es resultieren gute Ergebnisse. So löst sich Maher (2000) von der Vorlesungsform des Frontalunterrichts und splittet stattdessen die ursprüngliche Vorlesung in zwei Hälften auf. In der ersten Hälfte findet regulär eine Vorlesung statt, während anschließend in der zweiten Hälfte darüber diskutiert wird. Ein anderer Vorschlag stammt von Oikkonen (2008, 2009), der ein „ ϵ - δ -Lehren“ vorschlägt; d.h. der Fokus liegt auf der Vermittlung der zentralen Konzepte, damit Studierende erfahren, wie Mathematiker denken. Zusätzlich erfolgt eine ausführliche Erklärung der Beispiele und Beweise. Safuanov (2005) votiert dafür, dass die Lehre sich am Weg der Wissensentwicklung orientieren soll und nennt dieses Konzept „Genetic Teaching“. Wir empfehlen an diese Vorschläge anzuknüpfen und basierend darauf, die Vorlesungsgestaltung zu reformieren. Isaacs (1994) bringt dies auf den Punkt und konstatiert: „Learning only starts with the lecture; it does not end there.“

¹Holton (2005) macht Vorschläge, wie das Mathematikstudium im Jahr 2024 aussehen könnte.

- In der Literatur wird außerdem die Wirksamkeit von Tutorien diskutiert, die zusätzlich zu den Übungen angeboten werden. So konnten Oates et al. (2005) gute Erfolge durch Tutorien in kleinen Gruppen erreichen.
- Leviatan (2008) wiederum schlägt zusätzliche Kurse und Workshops wie beispielsweise „Definitions and Proofs in Mathematics“ und „Reading, Writing and Reasoning in Mathematics“ vor, um den Studienanfängern den Einstieg ins Studium zu erleichtern.
- Mentorenprogramme werden vermehrt genutzt, um Studienanfängern den Einstieg ins Studium zu erleichtern. Dabei sind diese Programme nicht als Nachhilfe zu verstehen, sondern sie sollen eine Unterstützung bei Fragen zum Studienablauf, zur Studienplanung und zur Organisation des Studiums darstellen. Beispielsweise werden an der Fakultät für Mathematik der Universität Duisburg-Essen als Mentoren ausschließlich Professoren und festangestellte wissenschaftliche Mitarbeiter eingesetzt.
- Rindermann & Wagner (2003) greifen die Kritik auf, dass das Studium oftmals praxisfern ist, und denken eine bessere Verknüpfung zwischen Universität und Praxis an. Dies kann beispielsweise durch verpflichtende Praktika während des Studiums oder aber auch durch Vorpraktika, die vor Studienbeginn abzuleisten sind, realisiert werden.

9.3. Ausblick

Das Phänomen der hohen Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten ist mitnichten ein nationales Problem. Wenn wir einen Blick über den Tellerrand hinauswerfen, sehen wir, dass in vielen anderen Ländern (Australien: Clarkson & Leder (1984); Großbritannien: Kingston (2008); Finnland: Oikkonen (2008, 2009); Neuseeland: Parnell & Statham (2007); Niederlande: Krieg et al. (2008), Landsman (2008); Schweden: Brandell et al. (2008); USA: Garfunkel & Young (1998), Bressoud (2009), Taylor et al. (2009), Whiteley & Fenske (1990)) ähnliche Szenarien beschrieben werden und dass bisher noch niemand ein Patentrezept entwickelt hat, um das Problem zu lösen. Es wäre interessant, einerseits die Studienfachwechselquoten unterschiedlicher Länder zu vergleichen (auch wenn uns bewusst ist, dass ein solches Unterfangen durch die Heterogenität der einzelnen Bildungssysteme sehr erschwert wird) und andererseits zu überprüfen, ob sich in anderen Ländern eine ähnliche Klassifizierung von Studienanfängern ergibt.

Bei der Klassifikation der Studienanfänger in den mathematischen Studiengängen haben wir zwei Fragebögen eingesetzt, wobei wir die Ergebnisse des ersten Bogens aus-

schließlich dazu benutzt haben, um Themenschwerpunkte für den zweiten Bogen zu ermitteln. Da bei beiden Befragungen die gleichen sozio-demografischen Angaben erfragt worden sind und wir zusätzlich zu Beginn des zweiten Fragebogens gefragt haben, ob der Proband auch an der ersten Befragung teilgenommen hat, ist es möglich, einen Teil der Fragebögen einander zuzuordnen. Dadurch kann analysiert werden, wie sich bei einzelnen Individuen die Ansichten und Einschätzungen geändert haben. Dies werden wir in einer weiteren Forschungsarbeit leisten.

In unserer Untersuchung sehen wir einen ersten Schritt, die Probleme von Studienanfängern der Mathematik aufzuzeigen. Es ist überaus interessant zu verfolgen, ob durch geeigneten Einsatz von Maßnahmenbündeln die Studienfachwechselquoten gesenkt werden können. Darüber hinaus erscheint uns eine Langzeitstudie sinnvoll, die nicht nur das erste Studienjahr abdeckt, sondern die Entwicklung über den gesamten Studienverlauf einschließt; denn schließlich konnten wir auch ermitteln, dass im späteren Verlauf des Studiums Studierende das Studium der Mathematik aufgeben. Von Interesse ist auch, welche Beweggründe sich hinter diesen späten Abbrüchen verbergen. Da wir aufgrund der geringen Stichprobengröße auf eine Differenzierung nach Studienfächern verzichten mussten, aber im ersten Teil der Arbeit festgestellt hatten, dass Studierende der Wirtschaftsmathematik erfolgreicher sind als Studierende der Mathematik, ist uns außerdem daran gelegen, dieses Phänomen erklärbar zu machen.

A. Der U-Test von Mann und Whitney

Wir vergleichen die von uns berechneten Studienfachwechselquoten jeweils paarweise als unabhängige Stichproben miteinander. Aufgrund der Größe der Datensätze, die zur Berechnung der Studienfachwechselquoten verwendet wurden, sowie der Verteilungen der Werte innerhalb der einzelnen Datensätze können wir keine Normalverteilung unterstellen. Darüber hinaus sind die Größen der Stichproben unterschiedlich und belaufen sich auf maximal sechzehn. Aus diesen Gründen verwenden wir den U-Test von Mann und Whitney. Der U-Test ist ein verteilungsfreier Rangsummentest für den Vergleich der zentralen Tendenz zweier unabhängiger Stichproben (vgl. Bortz (2008)), der 1947 von Mann und Whitney sowie im selben Jahr in einer äquivalenten Variante von Wilcoxon entwickelt worden ist.

Da wir einen Unterschied in der Merkmalsausprägung der zwei jeweils von uns zu vergleichenden Gruppen erwarten, diesen aber wissenschaftlich nicht begründen können, formulieren wir den Test ungerichtet und verwenden daher den zweiseitigen U-Test von Mann und Whitney. Als Nullhypothese H_0 formulieren wir, dass sich die beiden Gruppen nicht unterscheiden. Dementsprechend verstehen wir einen Unterschied zwischen den Gruppen als Alternativhypothese H_1 .

Im Folgenden werden wir kurz die Durchführung des U-Tests (in Anlehnung an Bortz (2008) und Toutenberg et al. (2006)) beschreiben.

Es liegen eine Stichprobe S_1 mit $|S_1| = n_1$ und eine zweite Stichprobe S_2 mit $|S_2| = n_2$ vor¹, auf die der U-Test folgendermaßen angewendet wird:

Zunächst werden die n_1 Stichprobenelemente der ersten Stichprobe S_1 mit den n_2 Stichprobenelementen der zweiten Stichprobe S_2 zu einer gemeinsamen Stichprobe S mit $n = n_1 + n_2$ Elementen zusammengefasst. Die Werte werden dann rangtransformiert, indem sie zunächst nach ihrer Größe sortiert werden und anschließend Ränge von 1 (für den kleinsten Stichprobenwert) bis n (für den größten Stichprobenwert) zugewiesen bekommen. Treten Werte mehrfach auf (in diesem Fall spricht man von Rangbindungen), wird ein durchschnittlicher Rangplatz ermittelt und allen betroffenen Werten zugeordnet. Die Summe der Rangzahlen der Stichprobe S_1 sei R_1 und die Summe der Rangzahlen der Stichprobe S_2 sei R_2 .

¹ n_1 und n_2 müssen nicht notwendigerweise gleich sein.

Über die Rangsummenwerte R_1 und R_2 werden dann die U-Werte U_1 und U_2 der Stichproben S_1 und S_2 berechnet.

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{1}{2} \cdot n_1 \cdot (n_1 + 1) - R_1 \quad (\text{A.1})$$

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{1}{2} \cdot n_2 \cdot (n_2 + 1) - R_2 \quad (\text{A.2})$$

Als Prüfgröße U wählen wir $U = \min\{U_1, U_2\}$.

Der exakte U-Test ist für Stichprobengrößen $n_1 \leq n_2 \leq 20$ und bekannte Prüfgröße U tabelliert. Da solche Tabellen aber lediglich für Tests ohne Rangbindungen existieren, diese aber bei unseren Auswertungen auftreten, verzichten wir an dieser Stelle auf eine Arbeit mit Tabellen und beschreiben stattdessen, wie für beliebig große n_1 und n_2 eine Entscheidung getroffen werden kann.

Dazu machen wir uns zu Nutze, dass für $n_1 \rightarrow \infty$ und $n_2 \rightarrow \infty$ die Prüfgröße U asymptotisch standardnormalverteilt ist, d.h. wir führen eine z -Transformation durch und es gilt:

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U} \approx \mathcal{N}(0, 1) \quad (\text{A.3})$$

Dabei beschreibt

$$\mu_U = \frac{n_1 \cdot n_2}{2} \quad (\text{A.4})$$

den Durchschnittswert und

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{12} \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 + 1)} \quad (\text{A.5})$$

die Streuung. Liegt ein Test mit Rangbindungen vor, die zu einer Verkleinerung der Streuung der U-Werte führen können, so ist stattdessen die korrigierte Streuung σ_{U^*} zu verwenden:

$$\sigma_{U^*} = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n \cdot (n - 1)} \cdot \frac{1}{12} \cdot \left(n^3 - n - \sum_{i=1}^m t_i^3 - t_i \right)} \quad (\text{A.6})$$

mit m Rangbindungsgruppen der Länge t_i ($i = 1, \dots, m$). Verzichtet man dagegen auf eine Korrektur wegen der auftretenden Rangbindungen, so wird eine Entscheidung zu Gunsten der Nullhypothese H_0 ("konservative" Entscheidung) begünstigt.

Der auf diese Weise ermittelte z -Wert wird mit dem kritischen z -Wert $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ der Standardnormalverteilung bei beidseitigem Test und zugehörigem Signifikanzniveau α ver-

glichen. Wir unterscheiden die folgenden Signifikanzklassen:

		$ z \leq 1,96$	nicht signifikant	
1,96	<	$ z \leq 2,58$	schwach signifikant	$\alpha = 0,05$
2,58	<	$ z \leq 3,29$	stark signifikant	$\alpha = 0,01$
		$ z > 3,29$	höchst signifikant	$\alpha = 0,001$

Bei schwacher Signifikanz wird im Allgemeinen auch von einem Trend gesprochen. Signifikanz bedeutet, dass ein in den Daten sichtbarer Effekt höchstens in 5% der betrachteten Fälle durch Zufall hätte entstehen können. Es ist somit von immenser Bedeutung, die gewonnenen Resultate kritisch zu prüfen. Deshalb sowie aufgrund der (geringen) Stichprobengrößen haben wir uns dazu entschlossen, die Ergebnisse explorativ zu interpretieren. Liefert der U-Test ein signifikantes Ergebnis, so deutet dies auf einen Unterschied hin. Allerdings wird durch das Ergebnis kein Nachweis erbracht, dass ein solcher Unterschied tatsächlich existiert.

B. Erfolgsquoten

In diesem Anhang befinden sich die Tabellen zu den in Kapitel 3.3.2 ermittelten Abbruch- und Erfolgsquoten. Die Berechnung geschieht wie folgt:

Schritt 1: Berechne für jedes Fachsemester i ($i = 1, \dots, 25$) der Prüfungsstatistik den Anteil q_i der bestandenen Prüfungen p_i in diesem i -ten Fachsemester bezogen auf die Gesamtzahl aller Prüfungen $p_g = \sum_{i=1}^{25} p_i$ des betrachteten Prüfungsjahres; dh. berechne

$$q_i = \frac{p_i}{p_g} \quad \text{für alle } i = 1, \dots, 25.$$

Schritt 2: Absolventen im i -ten Fachsemester haben entweder im Wintersemester WS_i oder im darauf folgenden Sommersemester SS_i ihr Studium aufgenommen. Addiere die Anfängerzahlen a_{WS_i} und a_{SS_i} der beiden Semester und gewichte diesen Wert mit dem in Schritt 1 berechneten Anteil q_i , d.h.

$$s_i = q_i \cdot (a_{WS_i} + a_{SS_i}) \quad \text{für alle } i = 1, \dots, 25.$$

Schritt 3: Der künstliche Anfängerjahrgang mit der Studienanfängeranzahl $A \in \mathbb{N}$, der zum Absolventenjahrgang des betrachteten Prüfungsjahres n korrespondiert, entsteht durch Summation der gewichteten Werte s_i ($i = 1, \dots, 25$) aus Schritt 2 sowie aufrunden zur nächsthöheren natürlichen Zahl:

$$A = \left\lceil \sum_{i=1}^{25} s_i \right\rceil$$

Schritt 4: Die Erfolgsquote EQ_n für das Prüfungsjahr n ergibt sich schließlich als Quotient aus den Absolventen und dem künstlichen Anfängerjahrgang und die Abbruchquote AQ_n desselben Prüfungsjahres n ergibt sich als Komplement zur Erfolgsquote; d.h. es gilt:

$$EQ_n = \frac{p_g}{A} \quad \text{und} \quad AQ_n = 1 - EQ_n$$

Tabelle B.1.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	2	1	0	2	4	7	22	39	58	164	135	134	117
q_i in %	0,22	0,11	0,00	0,22	0,44	0,77	2,43	4,30	6,39	18,08	14,88	14,77	12,90
$aw s_i$	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709	3560	1505	3110	1305	3355
ass_i	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709	3560	1505	3110	1305
$aw s_i + ass_i$	4611	5016	5545	6675	6760	6552	6473	6026	5269	5065	4615	4415	4660
s_i	10,2	5,5	0	14,7	29,8	50,6	157,0	259,1	336,9	915,8	686,9	652,3	601,1

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	68	52	26	17	14	12	8	10	7	3	3	2
q_i in %	7,50	5,73	2,87	1,87	1,54	1,32	0,88	1,10	0,77	0,33	0,33	0,22
$aw s_i$	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317	3678	1317	4137	1315	4389
ass_i	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317	3678	1317	4137	1315
$aw s_i + ass_i$	4639	4585	4542	4615	4726	4789	4754	4995	4995	5454	5452	5704
s_i	347,8	262,9	130,2	86,5	72,9	63,4	41,9	55,1	38,6	18,0	18,0	12,6

Absolventen gesamt	p_g	907
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	4868
Abbruchquote	AQ_{2005}	81,4%
Erfolgsquote	EQ_{2005}	18,6%

Tabelle B.2.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	1	0	1	1	1	4	10	49	101	186	162	145	104
q_i in %	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	0,42	1,04	5,09	10,50	19,33	16,84	15,07	10,81
aw_{S_i}	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709	3560	1505	3110
ass_i	830	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709	3560	1505
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	4326	4325	4611	5016	5545	6675	6760	6552	6473	6026	5269	5065	4615
s_i	4,5	0	4,8	5,2	5,8	27,8	70,3	333,7	679,6	1165,1	887,3	763,4	498,9

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	69	36	26	17	11	5	9	8	3	6	3	4
q_i in %	7,17	3,74	2,70	1,77	1,14	0,52	0,94	0,83	0,31	0,62	0,31	0,42
aw_{S_i}	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317	3678	1317	4137
ass_i	3110	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317	3678	1317
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	4415	4660	4639	4585	4542	4615	4726	4789	4754	4995	4995	5454
s_i	316,7	174,4	125,4	81,0	51,9	24,0	44,2	39,8	14,8	31,2	15,6	22,7

Absolventen gesamt	p_g	962
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	5389
Abbruchquote	AQ_{2006}	82,1%
Erfolgsquote	EQ_{2006}	17,9%

Tabelle B.3.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	1	0	0	2	5	10	24	60	124	211	258	180	134
q_i in %	0,08	0,00	0,00	0,16	0,41	0,82	1,97	4,92	10,17	17,31	21,16	14,77	10,99
$aw s_i$	2502	830	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709	3560
ass_i	642	2502	830	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317	1709
$aw s_i + ass_i$	3144	3332	4326	4325	4611	5016	5545	6675	6760	6552	6473	6026	5269
s_i	2,6	0	0	7,1	18,9	41,1	109,2	328,5	687,6	1134,1	1370,0	889,8	579,2

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	67	34	28	25	13	12	7	5	5	5	5	4
q_i in %	5,50	2,79	2,30	2,05	1,07	0,98	0,57	0,41	0,41	0,41	0,41	0,33
$aw s_i$	1505	3110	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317	3678
ass_i	3560	1505	3110	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437	1317
$aw s_i + ass_i$	5065	4615	4415	4660	4639	4585	4542	4615	4726	4789	4754	4995
s_i	278,4	128,7	101,4	95,6	49,5	45,1	26,1	18,9	19,4	19,6	19,5	16,4

Absolventen gesamt	p_g	1219
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	5987
Abbruchquote	AQ_{2007}	79,6%
Erfolgsquote	EQ_{2007}	20,4%

Tabelle B.4.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	2	2	0	2	7	25	59	165	273	235	213	136
q_i in %	0,00	0,15	0,15	0,00	0,15	0,51	1,82	4,30	12,04	19,91	17,14	15,54	9,92
aw_{S_i}	1249	642	2502	830	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156	4317
a_{SS_i}	52	1249	642	2502	830	3496	829	3782	1234	4311	2364	4396	2156
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1301	1891	3144	3332	4326	4325	4611	5016	5545	6675	6760	6552	6473
s_i	0	2,8	4,6	0	6,3	22,1	84,1	215,9	667,3	1329,2	1158,7	1017,9	642,1

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	108	45	36	10	12	9	12	4	9	3	2	2
q_i in %	7,88	3,28	2,63	0,73	0,88	0,66	0,88	0,29	0,66	0,22	0,15	0,15
aw_{S_i}	1709	3560	1505	3110	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352	3437
a_{SS_i}	4317	1709	3560	1505	3110	1305	3355	1284	3301	1241	3374	1352
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	6026	5269	5065	4615	4415	4660	4639	4585	4542	4615	4726	4789
s_i	474,7	172,9	133,0	33,7	38,6	30,6	40,6	13,4	29,8	10,1	6,9	7,0

Absolventen gesamt	p_g	1371
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	6143
Abbruchquote	AQ_{2008}	77,7%
Erfolgsquote	EQ_{2008}	22,3%

Tabelle B.5.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	2	1	0	1	2	6	17	33	39	94	81	76	64
q_i in %	0,34	0,17	0,00	0,17	0,34	1,02	2,89	5,61	6,63	15,99	13,78	12,93	10,88
$aw s_i$	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029	2012	896	1839	853	2057
ass_i	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029	2012	896	1839	853
$aw s_i + ass_i$	2839	3055	3388	4029	3930	3874	3908	3579	3041	2908	2735	2692	2910
s_i	9,7	5,2	0	6,9	13,4	39,5	113,0	200,9	201,7	464,9	376,8	347,9	316,7

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	51	41	17	12	13	8	7	9	7	3	2	2
q_i in %	8,67	6,97	2,89	2,04	2,21	1,36	1,19	1,53	1,19	0,51	0,34	0,34
$aw s_i$	809	2078	830	2200	910	2265	870	2605	930	2878	966	3052
ass_i	2057	809	2078	830	2200	910	2265	870	2605	930	2878	966
$aw s_i + ass_i$	2866	2887	2908	3030	3110	3175	3135	3475	3535	3808	3844	4018
s_i	248,6	201,3	84,1	61,8	68,8	43,2	37,3	53,2	42,1	19,4	13,1	13,7

Absolventen gesamt	p_g	588
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	2984
Abbruchquote	AQ_{2005}	80,3 %
Erfolgsquote	EQ_{2005}	19,7 %

Tabelle B.6.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	1	1	0	2	5	45	64	127	98	89	69
q_i in %	0,00	0,00	0,16	0,16	0,00	0,31	0,78	7,04	10,02	19,87	15,34	13,93	10,80
$aw s_i$	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029	2012	896	1839
ass_i	540	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029	2012	896
$aw s_i + ass_i$	2603	2620	2839	3055	3388	4029	3930	3874	3908	3579	3041	2908	2735
s_i	0	0	4,4	4,8	0	12,6	30,8	272,8	391,4	711,3	466,4	405,0	295,3

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	44	28	15	14	7	5	7	6	2	5	3	2
q_i in %	6,89	4,38	2,35	2,19	1,10	0,78	1,10	0,94	0,31	0,78	0,47	0,31
$aw s_i$	853	2057	809	2078	830	2200	910	2265	870	2605	930	2878
ass_i	1839	853	2057	809	2078	830	2200	910	2265	870	2605	930
$aw s_i + ass_i$	2692	2910	2866	2887	2908	3030	3110	3175	3135	3475	3535	3808
s_i	185,4	127,5	67,3	63,3	31,9	23,7	34,1	29,8	9,8	27,2	16,6	11,9

Absolventen gesamt	p_g	639
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	3224
Abbruchquote	AQ_{2006}	80,2 %
Erfolgsquote	EQ_{2006}	19,8 %

Tabelle B.7.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	1	0	0	1	5	8	20	40	77	119	160	114	85
q_i in %	0,13	0,00	0,00	0,13	0,65	1,04	2,60	5,20	10,01	15,47	20,81	14,82	11,05
$aw s_i$	1453	540	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029	2012
ass_i	376	1435	540	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550	1029
$aw s_i + ass_i$	1829	1975	2603	2620	2839	3055	3388	4029	3930	3874	3908	3579	3041
s_i	2,4	0	0	3,4	18,5	31,8	88,1	209,6	393,5	599,5	813,1	530,6	336,1

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	37	24	20	17	11	8	4	3	3	4	4	4
q_i in %	4,81	3,12	2,60	2,21	1,43	1,04	0,52	0,39	0,39	0,52	0,52	0,52
$aw s_i$	896	1839	853	2057	809	2078	830	2200	910	2265	870	2605
ass_i	2012	896	1839	853	2057	809	2078	830	2200	910	2265	870
$aw s_i + ass_i$	2908	2735	2692	2910	2866	2887	2908	3030	3110	3175	3135	3475
s_i	139,9	85,4	70,0	64,3	41,0	30,0	15,1	11,8	12,1	16,5	16,3	18,1

Absolventen gesamt	p_g	769
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	3548
Abbruchquote	AQ_{2007}	78,3%
Erfolgsquote	EQ_{2007}	21,7%

Tabelle B.8.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	2	0	0	2	7	20	37	112	180	148	119	84
q_i in %	0,00	0,23	0,00	0,00	0,23	0,80	2,28	4,21	12,74	20,48	16,84	13,54	9,56
aws_i	754	376	1453	540	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358	2550
ass_i	33	754	376	1435	540	2063	557	2282	773	2615	1414	2516	1358
$aws_i + ass_i$	787	1130	1829	1975	2603	2620	2839	3055	3388	4029	3930	3874	3908
s_i	0	2,6	0	0	5,9	20,9	64,6	128,6	431,7	825,1	661,7	524,5	373,5

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	67	28	23	4	10	6	11	2	7	1	1	2
q_i in %	7,62	3,19	2,62	0,46	1,14	0,68	1,25	0,23	0,80	0,11	0,11	0,23
aws_i	1029	2012	896	1839	853	2057	809	2078	830	2200	910	2265
ass_i	2550	1029	2012	896	1839	853	2057	809	2078	830	2200	910
$aws_i + ass_i$	3579	3041	2908	2735	2692	2910	2866	2887	2908	3030	3110	3175
s_i	272,8	96,9	76,1	12,4	30,6	19,9	35,9	6,6	23,2	3,4	3,5	7,2

Absolventen gesamt	p_g	873
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	3628
Abbruchquote	AQ_{2008}	75,9%
Erfolgsquote	EQ_{2008}	24,1%

Tabelle B.9.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	1	2	1	5	6	19	70	54	58	53
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,31	0,63	0,31	1,57	1,88	5,96	21,94	16,93	18,18	16,61
aw_{S_i}	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680	1548	609	1271	452	1298
ass_i	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680	1548	609	1271	452
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1772	1961	2157	2646	2830	2678	2565	2447	2228	2157	1880	1723	1750
s_i	0	0	0	8,3	17,7	8,4	40,2	46,0	132,7	473,3	318,2	313,3	290,8

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	17	11	9	5	1	4	1	1	0	0	1	0
q_i in %	5,33	3,45	2,82	1,57	0,31	1,25	0,31	0,31	0,00	0,00	0,31	0,00
aw_{S_i}	475	1223	411	1174	442	1172	447	1073	387	1259	349	1337
ass_i	1298	475	1223	411	1174	442	1172	447	1073	387	1259	349
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1773	1688	1634	1585	1616	1614	1619	1520	1460	1646	1608	1686
s_i	94,5	58,2	46,1	24,8	5,1	20,2	5,1	4,8	0	0	5,0	0

Absolventen gesamt	p_g	319
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	1913
Abbruchquote	AQ_{2005}	83,3%
Erfolgsquote	EQ_{2005}	16,7%

Tabelle B.10.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	1	0	0	0	1	2	5	4	37	59	64	56	35
q_i in %	0,31	0,00	0,00	0,00	0,31	0,62	1,55	1,24	11,46	18,27	19,81	17,34	10,84
aw_{S_i}	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680	1548	609	1271
a_{SS_i}	290	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680	1548	609
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1723	1705	1772	1961	2157	2646	2830	2678	2565	2447	2228	2157	1880
s_i	5,3	0	0	0	6,7	16,4	43,8	33,2	293,8	447,0	441,5	374,0	203,7

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	25	8	11	3	4	0	2	2	1	1	0	2
q_i in %	7,74	2,48	3,41	0,93	1,24	0,00	0,62	0,62	0,31	0,31	0,00	0,62
aw_{S_i}	452	1298	475	1223	411	1174	442	1172	447	1073	387	1259
a_{SS_i}	1271	452	1298	475	1223	411	1174	442	1172	447	1073	387
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1723	1750	1773	1688	1634	1585	1616	1614	1619	1520	1460	1646
s_i	133,4	43,3	60,4	15,7	20,2	0	10,0	10,0	5,0	4,7	0	10,2

Absolventen gesamt	p_g	323
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	2179
Abbruchquote	AQ_{2006}	85,2%
Erfolgsquote	EQ_{2006}	14,8%

Tabelle B.11.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	1	0	2	4	20	47	92	98	66	49
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,44	0,89	4,44	10,44	20,44	21,78	14,67	10,89
aw_{S_i}	1049	290	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680	1548
a_{SS_i}	266	1049	290	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767	680
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1315	1339	1723	1705	1772	1961	2157	2646	2830	2678	2565	2447	2228
s_i	0	0	0	3,8	0	8,7	19,2	117,6	295,6	547,5	558,6	358,9	242,6

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	30	10	8	8	2	4	3	2	2	1	1	0
q_i in %	6,67	2,22	1,78	1,78	0,44	0,89	0,67	0,44	0,44	0,22	0,22	0,00
aw_{S_i}	609	1271	452	1298	475	1223	411	1174	442	1172	447	1073
a_{SS_i}	1548	609	1271	452	1298	475	1223	411	1174	442	1172	447
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	2157	1880	1723	1750	1773	1688	1634	1585	1616	1614	1619	1520
s_i	143,8	41,8	30,6	31,1	7,9	15,0	10,9	7,0	7,2	3,6	3,6	0

Absolventen gesamt	p_g	450
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	2455
Abbruchquote	AQ_{2007}	81,7%
Erfolgsquote	EQ_{2007}	18,3%

Tabelle B.12.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	2	0	0	0	5	22	53	93	87	94	52
q_i in %	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,00	4,42	10,64	18,67	17,47	18,88	10,44
aw_{S_i}	495	266	1049	290	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798	1767
a_{SS_i}	19	495	266	1049	290	1433	272	1500	461	1696	950	1880	798
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	514	761	1315	1339	1723	1705	1772	1961	2157	2646	2830	2678	2565
s_i	0	0	5,3	0	0	0	17,8	86,6	229,6	494,1	494,4	505,5	267,8

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	41	17	13	6	2	3	1	2	2	2	1	0
q_i in %	8,23	3,41	2,61	1,20	0,40	0,60	0,20	0,40	0,40	0,40	0,20	0,00
aw_{S_i}	680	1548	609	1271	452	1298	475	1223	411	1174	442	1172
a_{SS_i}	1767	680	1548	609	1271	452	1298	475	1223	411	1174	442
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	2447	2228	2157	1880	1723	1750	1773	1688	1634	1585	1616	1614
s_i	201,5	76,1	56,3	22,7	6,9	10,5	3,6	6,8	6,6	6,4	3,2	0

Absolventen gesamt	p_g	498
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	2502
Abbruchquote	AQ_{2008}	80,1%
Erfolgsquote	EQ_{2008}	19,9%

Tabelle B.13.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	2	3	12	45	106	93	69	44
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,70	2,82	10,56	24,88	21,83	16,20	10,33
aw_{S_i}	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191	1289	137	996	148	678
ass_i	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191	1289	137	996	148
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1671	1657	1695	1792	1641	1528	1433	1433	1480	1426	1133	1144	826
s_i	0	0	0	0	0	7,2	10,1	40,4	156,3	354,8	247,3	185,3	85,3

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	24	9	7	3	4	1	1	1	1	0	1	0
q_i in %	5,63	2,11	1,64	0,70	0,94	0,23	0,23	0,23	0,23	0,00	0,20	0,00
aw_{S_i}	124	631	113	521	143	562	171	662	159	755	171	854
ass_i	678	124	631	113	521	143	562	171	662	159	755	171
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	802	755	744	634	664	705	733	833	821	914	926	1025
s_i	45,2	16,0	12,2	4,5	6,2	1,7	1,7	2,0	1,9	0	2,2	0

Absolventen gesamt	p_g	426
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	1181
Abbruchquote	AQ_{2005}	63,9%
Erfolgsquote	EQ_{2005}	36,1%

Tabelle B.14.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	1	0	0	1	2	11	26	89	108	96	60
q_i in %	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,22	0,44	2,40	5,66	19,39	23,53	20,92	13,07
aw_{S_i}	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191	1289	137	996
ass_i	201	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191	1289	137
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1624	1644	1671	1657	1695	1792	1641	1528	1433	1433	1480	1426	1133
s_i	0	0	3,6	0	0	3,9	7,2	36,6	81,2	277,9	348,2	298,2	148,1

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	32	13	3	6	4	1	1	1	2	1	0	1
q_i in %	6,97	2,83	0,65	1,31	0,87	0,22	0,22	0,22	0,44	0,22	0,00	0,22
aw_{S_i}	148	678	124	631	113	521	143	562	171	662	159	755
ass_i	996	148	678	124	631	113	521	143	562	171	662	159
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1144	826	802	755	744	634	664	705	733	833	821	914
s_i	79,8	23,4	5,2	9,9	6,5	1,4	1,4	1,5	3,2	1,8	0	2,0

Absolventen gesamt	p_g	459
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	1341
Abbruchquote	AQ_{2006}	65,8 %
Erfolgsquote	EQ_{2006}	34,2 %

Tabelle B.15.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	1	2	18	40	76	125	101	78
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,38	3,38	7,52	14,29	23,50	18,98	14,66
aw_{S_i}	1246	201	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191	1289
as_{S_i}	175	1246	201	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242	191
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1421	1447	1624	1644	1671	1657	1695	1792	1641	1528	1433	1433	1480
s_i	0	0	0	0	0	3,1	6,4	60,6	123,4	218,3	336,7	272,1	217,0

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	39	19	15	5	4	1	1	3	0	1	3	0
q_i in %	7,33	3,57	2,82	0,94	0,75	0,19	0,19	0,56	0,00	0,19	0,56	0,00
aw_{S_i}	137	996	148	678	124	631	113	521	143	562	171	662
as_{S_i}	1289	137	996	148	678	124	631	113	521	143	562	171
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	1426	1133	1144	826	802	755	744	634	664	705	733	833
s_i	104,5	40,5	32,3	7,8	6,0	1,4	1,4	3,6	0	1,3	4,1	0

Absolventen gesamt	p_g	532
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	1441
Abbruchquote	AQ_{2007}	63,1%
Erfolgsquote	EQ_{2007}	36,9%

Tabelle B.16.: Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	1	0	0	2	12	51	119	114	81	64
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,37	2,21	9,39	21,92	20,99	14,92	11,79
aws_i	331	175	1246	201	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191	1242
ass_i	69	331	175	1246	201	1423	221	1450	207	1488	304	1337	191
$aws_i + ass_i$	400	506	1421	1447	1624	1644	1671	1657	1695	1792	1641	1528	1433
s_i	0	0	0	2,7	0	0	6,2	36,6	159,2	392,7	344,5	227,9	168,9

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	40	27	17	5	2	3	2	0	0	1	2	0
q_i in %	7,37	4,97	3,13	0,92	0,37	0,55	0,37	0,00	0,00	0,18	0,37	0,00
aws_i	191	1289	137	996	148	678	124	631	113	521	143	562
ass_i	1242	191	1289	137	996	148	678	124	631	113	521	143
$aws_i + ass_i$	1433	1480	1426	1133	1144	826	802	755	744	634	664	705
s_i	105,6	37,6	44,6	10,4	4,2	4,6	3,0	0	0	1,2	2,4	0

Absolventen gesamt	p_g	543
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	1589
Abbruchquote	AQ_{2008}	65,8 %
Erfolgsquote	EQ_{2008}	34,2 %

Tabelle B.17.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	1	2	5	27	62	54	38	21
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,83	2,08	11,25	25,83	22,50	15,83	8,75
aws_i	792	121	836	192	719	114	705	99	723	81	541	91	380
ass_i	130	792	121	836	192	719	114	705	99	723	81	541	91
$aws_i + ass_i$	922	913	957	1028	911	833	819	804	822	804	622	632	471
s_i	0	0	0	0	0	3,5	6,8	16,8	92,5	207,7	134,0	100,1	41,2

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	12	8	4	2	3	0	0	0	1	0	0	0
q_i in %	5,00	3,33	1,67	0,83	1,25	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
aws_i	78	390	81	322	96	376	121	436	124	529	131	559
ass_i	380	78	390	81	322	96	376	121	436	124	529	131
$aws_i + ass_i$	458	468	471	403	418	472	497	557	560	653	660	690
s_i	22,9	15,6	7,9	3,4	5,2	0	0	0	2,3	0	0	0

Absolventen gesamt	p_g	240
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	666
Abbruchquote	AQ_{2005}	64,0%
Erfolgsquote	EQ_{2005}	36,0%

Tabelle B.18.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	1	0	0	1	0	8	17	52	56	72	30
q_i in %	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,37	0,00	2,93	6,23	19,05	20,51	26,37	10,99
aw_{S_i}	819	130	792	121	836	192	719	114	705	99	723	81	541
a_{SS_i}	129	819	130	792	121	836	192	719	114	705	99	723	81
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	948	949	922	913	957	1028	911	833	819	804	822	804	622
s_i	0	0	3,4	0	0	3,8	0	24,4	51,0	153,1	168,6	212,0	68,4

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	18	6	3	3	2	0	1	1	1	1	0	0
q_i in %	6,59	2,20	1,10	1,10	0,73	0,00	0,37	0,37	0,37	0,37	0,00	0,00
aw_{S_i}	91	380	78	390	81	322	96	376	121	436	124	529
a_{SS_i}	541	91	380	78	390	81	322	96	376	121	436	124
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	632	471	458	468	471	403	418	472	497	557	560	653
s_i	41,7	10,4	5,0	5,1	3,5	0	1,5	1,7	1,8	2,0	0	0

Absolventen gesamt	p_g	273
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	758
Abbruchquote	AQ_{2006}	64,0%
Erfolgsquote	EQ_{2006}	36,0%

Tabelle B.19.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	1	1	12	26	32	63	60	45
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	4,18	9,06	11,15	21,95	20,91	15,68
$aw s_i$	659	129	819	130	792	121	836	192	719	114	705	99	723
ass_i	101	659	129	819	130	792	121	836	192	719	114	705	99
$aw s_i + ass_i$	760	788	948	949	922	913	957	1028	911	833	819	804	822
s_i	0	0	0	0	0	3,2	3,3	43,0	82,5	92,9	179,8	168,1	128,9

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	18	8	7	2	4	1	1	3	0	1	2	0
q_i in %	6,27	2,79	2,44	0,70	1,39	0,35	0,35	1,05	0,00	0,35	0,70	0,00
$aw s_i$	81	541	91	380	78	390	81	322	96	376	121	436
ass_i	723	81	541	91	380	78	390	81	322	96	376	121
$aw s_i + ass_i$	804	622	632	471	458	468	471	403	418	472	497	557
s_i	50,4	17,3	15,4	3,3	6,4	1,6	1,6	4,2	0	1,6	3,5	0

Absolventen gesamt	p_g	287
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	807
Abbruchquote	AQ_{2007}	64,4%
Erfolgsquote	EQ_{2007}	35,6%

Tabelle B.20.: Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	1	0	0	2	11	24	68	62	47	33
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,67	3,69	8,05	22,82	20,81	15,77	11,07
aws_i	193	101	659	129	819	130	792	121	836	192	719	114	705
ass_i	29	193	101	659	129	819	130	792	121	836	192	719	114
$aws_i + ass_i$	222	294	760	788	948	949	922	913	957	1028	911	833	819
s_i	0	0	0	2,6	0	0	6,2	33,7	77,1	234,6	189,5	131,4	90,7

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	20	16	4	4	1	0	2	0	0	1	2	0
q_i in %	6,71	5,37	1,34	1,34	0,34	0,00	0,67	0,00	0,00	0,34	0,67	0,00
aws_i	99	723	81	541	91	380	78	390	81	322	96	376
ass_i	705	99	723	81	541	91	380	78	390	81	322	96
$aws_i + ass_i$	804	822	804	622	632	471	458	468	471	403	418	472
s_i	54,0	44,1	10,8	8,3	2,1	0	3,1	0	0	1,4	2,8	0

Absolventen gesamt	p_g	298
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	893
Abbruchquote	AQ_{2008}	66,6 %
Erfolgsquote	EQ_{2008}	33,4 %

Tabelle B.21.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	1	1	7	18	44	39	31	23
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54	3,76	9,68	23,66	20,97	16,67	12,37
aw_{S_i}	658	86	652	112	618	77	537	92	566	56	455	57	298
a_{SS_i}	91	658	86	652	112	618	77	537	92	566	56	455	57
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	749	744	738	764	730	695	614	629	658	622	511	512	355
s_i	0	0	0	0	0	3,7	3,3	23,7	63,7	147,1	107,1	85,3	43,9

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	12	1	3	1	1	1	1	1	0	0	1	0
q_i in %	6,45	0,54	1,61	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,00	0,00	0,54	0,00
aw_{S_i}	46	241	32	199	47	186	50	226	35	226	40	295
a_{SS_i}	298	46	241	32	199	47	186	50	226	35	226	40
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	344	287	273	231	246	233	236	276	261	261	266	335
s_i	22,2	1,5	4,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	0	0	1,4	0

Absolventen gesamt	p_g	186
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	514
Abbruchquote	AQ_{2005}	63,8%
Erfolgsquote	EQ_{2005}	36,2%

Tabelle B.22.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	0	2	3	9	37	52	24	30
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08	1,61	4,84	19,89	27,96	12,90	16,13
aw_{S_i}	604	91	658	86	652	112	618	77	537	92	566	56	455
a_{SS_i}	72	604	91	658	86	652	112	618	77	537	92	566	56
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	676	695	749	744	738	764	730	695	614	629	658	622	511
s_i	0	0	0	0	0	0	7,8	11,2	29,7	125,1	184,0	80,3	82,4

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	14	7	0	3	2	1	0	0	1	0	0	1
q_i in %	7,53	3,76	0,00	1,61	1,08	0,54	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,54
aw_{S_i}	57	298	46	241	32	199	47	186	50	226	35	226
a_{SS_i}	455	57	298	46	241	32	199	47	186	50	226	35
$aw_{S_i} + a_{SS_i}$	512	355	344	287	273	231	246	233	236	276	261	261
s_i	38,5	13,4	0	4,6	2,9	1,2	0	0	1,3	0	0	1,4

Absolventen gesamt	p_g	186
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	584
Abbruchquote	AQ_{2006}	68,2%
Erfolgsquote	EQ_{2006}	31,8%

Tabelle B.23.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	0	1	6	14	44	62	41	33
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	2,45	5,71	17,96	25,31	16,73	13,47
$aw s_i$	587	72	604	91	658	86	652	112	618	77	537	92	566
ass_i	74	587	72	604	91	658	86	652	112	618	77	537	92
$aw s_i + ass_i$	661	659	676	695	749	744	738	764	730	695	614	629	658
s_i	0	0	0	0	0	0	3,0	18,7	41,7	124,8	155,4	105,3	88,6

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	21	11	8	3	0	0	0	0	0	0	1	0
q_i in %	8,57	4,49	3,27	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00
$aw s_i$	56	455	57	298	46	241	32	199	47	186	50	226
ass_i	566	56	455	57	298	46	241	32	199	47	186	50
$aw s_i + ass_i$	622	511	512	355	344	287	273	231	246	233	236	276
s_i	53,3	22,9	16,7	4,3	0	0	0	0	0	0	1,0	0

Absolventen gesamt	p_g	245
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	636
Abbruchquote	AQ_{2007}	61,5 %
Erfolgsquote	EQ_{2007}	38,5 %

Tabelle B.24.: Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008

FS	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
p_i	0	0	0	0	0	0	0	1	27	51	52	34	31
q_i in %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	11,02	20,82	21,22	13,88	12,65
$aw s_i$	138	74	587	72	604	91	658	86	652	112	618	77	537
ass_i	40	138	74	587	72	604	91	658	86	652	112	618	77
$aw s_i + ass_i$	178	212	661	659	676	695	749	744	738	764	730	695	614
s_i	0	0	0	0	0	0	0	3,0	81,3	159,0	154,9	96,4	77,7

FS	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
p_i	20	11	13	1	1	3	0	0	0	0	0	0
q_i in %	8,16	4,49	5,31	0,41	0,41	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$aw s_i$	92	566	56	455	57	298	46	241	32	199	47	186
ass_i	537	92	566	56	455	57	298	46	241	32	199	47
$aw s_i + ass_i$	629	658	622	511	512	355	344	287	273	231	246	233
s_i	51,3	29,5	33,0	2,1	2,1	4,3	0	0	0	0	0	0

Absolventen gesamt	p_g	245
Künstlicher Anfängerjahrgang	A	695
Abbruchquote	AQ_{2008}	64,7 %
Erfolgsquote	EQ_{2008}	35,3 %

C. Erster Fragebogen

Im Folgenden ist der Fragebogen der ersten Anfängerbefragung dargestellt. Die Erhebung wurde als *paper-&pencil*-Befragung durchgeführt, um eine hohe Ausschöpfungsquote zu realisieren. Dementsprechend entspricht die folgende Darstellung dem tatsächlich vorgelegten Fragebogen.

Der Fragebogen wurde im Rahmen der Orientierungsveranstaltungen, die vor Vorlesungsbeginn des Wintersemesters 2010/2011 stattfanden, den Studienanfängern in den Bachelorstudiengängen der Mathematik an folgenden Hochschulen zum Ausfüllen vorgelegt:

- 4.10.2010 – Technische Universität Dortmund
- 6.10.2010 – Universität Duisburg-Essen, Standort Essen
- 7.10.2010 – Universität Duisburg-Essen, Standort Duisburg

An der Ruhr-Universität Bochum gibt es keine Orientierungsveranstaltung für Studienanfänger der Mathematik. Stattdessen findet vor der ersten Vorlesung eine Begrüßung durch den Dekan statt; in diesem Rahmen wurden die Anfänger gebeten, unseren Fragebogen auszufüllen:

- 12.10.2010 – Ruhr-Universität Bochum

Studienanfängerbefragung im Fach Mathematik zu Beginn des WS 2010/2011

Mit dieser Befragung wollen wir den Übergang von der Schule ins Studium genauer betrachten. Wir möchten wissen, wie Sie selber Ihre mathematischen Fähigkeiten, die Sie während der Schulzeit erworben haben, einschätzen, warum Sie sich für dieses Studium entschieden haben und wo Sie mögliche Probleme erwarten.

Nehmen Sie sich bitte Zeit und füllen diesen Fragebogen aus.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Miriam Dieter

Tel.: 0203 / 379 1326
miriam.dieter@uni-due.de

Fragebogen

1. Wie hat sich Ihr Interesse für die Mathematik in der Schulzeit entwickelt? (Bitte nur eine Antwortvorgabe ankreuzen)

- ☐ Es war von Anfang an sehr groß
☐ Es ist im Laufe der Zeit gewachsen
☐ Es hat in Abhängigkeit vom Thema immer wieder geschwankt
☐ Es hat in Abhängigkeit vom Lehrer immer wieder geschwankt

2. In der Oberstufe werden in der Regel die folgenden drei Themengebiete behandelt. Uns interessiert, in welchem Umfang dies bei Ihnen der Fall war.

	ausführlich behandelt	kurz behandelt	nicht behandelt
Analysis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lineare Algebra / Analytische Geometrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stochastik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Wie schätzen Sie Ihr Verständnis der folgenden Themen ein?

								nicht behandelt
Ableiten / Differenzieren	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Kurvendiskussion	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Extremwertprobleme	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Integrieren	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Grenzwertbestimmung	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Flächen-, Volumenberechnungen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Folgen und Reihen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Lineare Gleichungssysteme	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Vektorrechnung	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Geraden, Ebenen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Matrizen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Kombinatorik	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Wahrscheinlichkeiten	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Testen von Hypothesen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>

4. Wie stufen Sie Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten in den folgenden Gebieten ein?

kommunizieren, präsentieren und argumentieren	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
Probleme erfassen, erkunden und lösen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
mit Zahlen und Symbolen umgehen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
Beziehungen und Veränderungen mathematisch beschreiben und erkunden	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
Modelle erstellen und nutzen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
Ebene und räumliche Strukturen nach Maß und Form erfassen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
Medien und Werkzeuge (z.B. Taschenrechner) verwenden	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht
mit Daten und Zufall arbeiten	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht

5. Nun geht es um Ihr Lernverhalten während der Schulzeit. Bitte geben Sie jeweils an, inwiefern die folgenden Aussagen auf Sie zutreffen.

Ich lerne meistens alleine	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe meine Hausaufgaben regelmäßig gemacht	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe sehr viel für Klassenarbeiten gelernt	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Beim Lernen ist es mir wichtig, den Stoff völlig zu verstehen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe alles auf den letzten Drücker erledigt	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Für Mathe-Klausuren lerne ich Begriffe, Formel und Verfahren auswendig, ohne sie völlig zu verstehen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich lerne mit anderen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe im Unterricht immer sofort alles verstanden und musste zu Hause kaum etwas machen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe neben den Schulbüchern auch in andere Texte geschaut	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe gelegentlich Nachhilfe in Mathematik bekommen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

6. Wie gut fühlen Sie sich durch die Schule auf das Studium vorbereitet?

sehr gut ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr schlecht

7. Wie wichtig waren für Sie die folgenden Gründe bei der Wahl Ihres Studienfaches?

(a) Persönliche Neigungen und Begabungen	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(b) Großes Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(c) Günstige Berufsaussichten	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(d) Gute Verdienstmöglichkeiten	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(e) Ratschläge von Eltern oder Freunden	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(f) Ratschläge von Studien- oder Berufsberatern	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(g) Zufällige Entscheidung	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(h) Generelles Interesse am Fach seit der Schulzeit	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(i) Keine Zulassung für das Wunschfach	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(k) Bestimmter Berufswunsch	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(l) Unter den vorhandenen Möglichkeiten erschien es mir als das kleinste Übel	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(m) Die Studienwahl stand seit Längerem fest	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(n) Um einen angesehenen Beruf zu bekommen	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(o) Kurze Studienzeiten	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig
(p) Um mich persönlich zu entfalten	sehr wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unwichtig

8. Welcher dieser Aspekte war der wichtigste?

Tragen Sie bitte den entsprechenden vorangestellten Buchstaben aus Frage 7 in das Kästchen ein:

9. Welche Rolle haben Arbeitsmarktüberlegungen bei Ihrer Studienwahl gespielt?

eine sehr große Rolle ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ überhaupt keine Rolle

10. Wenn Sie die eben angesprochenen Studienwahlmotive bedenken, wie sicher sind Sie sich, dass Sie das richtige Studienfach gewählt haben?

sehr sicher ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr unsicher

11. Ich finde Mathematik interessant, weil...

sie streng logisch aufgebaut ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie viele wichtige Anwendungen hat	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie wertfrei ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie klar und eindeutig ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie überall auf der Welt in der gleichen Weise betrieben wird	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie mich intellektuell herausfordert	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie eine lebende Wissenschaft ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

12. Ich erwarte von mir persönlich, dass...

ich viel Zeit und Arbeit für das Studium aufwenden muss	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich ähnliche Probleme und Erfolge wie andere Studierende haben werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich zu den Leistungsstarken gehören werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich dem Leistungsdruck vielleicht nicht gewachsen bin	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich mit dem Tempo in den Vorlesungen gut zurecht kommen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich die wöchentlichen Übungsaufgaben problemlos bewältigen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
die Konkurrenz unter den Studierenden mir zu schaffen machen wird	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich mich schnell an die mathematischen Denkprozesse gewöhnen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
mir die Umstellung auf das Mathematikstudium schwer fallen wird	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich Klausuren und Prüfungen ohne Probleme bestehen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich genügend Durchhaltevermögen besitze und nicht sofort bei ersten Problemen das Studium aufgebe	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich Hilfe von anderen Studierenden bekomme	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich das Studium in der Regelstudienzeit abschließen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

13. Von meinem Mathematikstudium erwarte ich, dass...

es theoretisch und abstrakt ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich lerne, wie Mathematik angewendet wird	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Kenntnisse aus dem Leistungskurs Mathematik wesentlich sind	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich lerne, wie in der Mathematik neue Erkenntnisse gewonnen werden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
es praxis- und berufsbezogen ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
es hart aber machbar ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich lerne, wie mathematische Algorithmen entwickelt werden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
ich aus vielen Veranstaltungen wählen kann	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
es mehr auf Verstehen als auf auswendig lernen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

14. Von meinen Dozenten erwarte ich, dass...

sie auf die Vorlesungen gut vorbereitet sind	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie neue Sachverhalte gut erklären können	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie sich bei persönlichen Schwierigkeiten Zeit nehmen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie weiterführende Literatur empfehlen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie den Studierenden ein Skript zur Verfügung stellen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
sie ihre Begeisterung für Mathematik auf die Studierenden übertragen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

15. Meine Entscheidung für das Mathematikstudium...

werde ich ändern, wenn mir die Anforderungen zu hart sind	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn mir das Studium zu theoretisch ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn das Studium nicht meinen Vorstellungen entspricht	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn ich einen Ausbildungsplatz angeboten bekomme	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn ich an der Universität einen interessanteren Studiengang finde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich nicht ändern	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

Angaben zur Person

16. Geschlecht: männlich ☐ weiblich ☐

17. Geburtsjahr:

18. Geben Sie bitte die Art Ihrer Hochschulreife an:

- ☐ allgemeine Hochschulreife / Abitur
- ☐ fachgebundene Hochschulreife
- ☐ Fachhochschulreife
- ☐ im Ausland erworben

19. Auf welcher Schulform haben Sie Ihre Hochschulreife erworben?

- ☐ Gymnasium
- ☐ Gesamtschule
- ☐ andere, und zwar:

20. Ihre Durchschnittsnote bei Erwerb der Hochschulreife: ,

21. Ihre Mathematik-Punktzahl im Abitur:

22. Hatten Sie Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs belegt?

- ☐ Leistungskurs
- ☐ Grundkurs

23. In welchem Fachsemester sind Sie? .

24. In welchem Studiengang sind Sie eingeschrieben?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Bachelor Mathematik | <input type="checkbox"/> Diplom Mathematik |
| <input type="checkbox"/> Bachelor Wirtschaftsmathematik | <input type="checkbox"/> Staatsprüfung für Lehramt |
| <input type="checkbox"/> Bachelor Technomathematik | <input type="checkbox"/> anderer, und zwar: |

25. Haben Sie den Mathematik-Vorkurs besucht?

ja ☐ → War der Vorkurs hilfreich? ja ☐ nein ☐
nein ☐

26. Aus welchen Gründen haben Sie den Vorkurs besucht bzw. nicht besucht?

D. Zweiter Fragebogen

Im Folgenden ist der Fragebogen der zweiten Anfängerbefragung dargestellt. Die Erhebung wurde als *paper-&pencil*-Befragung durchgeführt, um eine hohe Ausschöpfungsquote zu realisieren. Dementsprechend entspricht die folgende Darstellung dem tatsächlich vorgelegten Fragebogen.

Der Fragebogen wurde an der Ruhr-Universität Bochum in der letzten Woche vor Weihnachten 2010 den Studierenden in den Übungen zum Ausfüllen vorgelegt. An der Universität Duisburg-Essen, Standort Duisburg wurden die Fragebögen vor der Ergänzungsklausur zur Linearen Algebra I am 18.01.2011 bearbeitet. An der Universität Duisburg-Essen, Standort Essen wurden die Fragebögen im Januar 2011 in den Übungen ausgeteilt.

Studierendenbefragung im Fach Mathematik im WS 2010/2011

Mit dieser Befragung wollen wir den Einstieg in das Mathematikstudium genauer betrachten. Wir möchten wissen, wie Sie selber Ihre mathematischen Fähigkeiten, die Sie während der Schulzeit erworben haben, rückblickend einschätzen und wo Ihnen im Studium bereits Probleme begegnet sind.

Nehmen Sie sich bitte Zeit und füllen diesen Fragebogen aus.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Miriam Dieter

Tel.: 0203 / 379 1326
miriam.dieter@uni-due.de

Fragebogen

1. Während der Orientierungsveranstaltung zu Beginn des Wintersemesters fand eine erste Befragung statt. Haben Sie an dieser Befragung teilgenommen?

☐ ja ☐ nein

Zunächst haben wir zwei Fragen zu Ihrem Mathematikunterricht in der Schule:

2. Nachdem Sie nun die ersten Erfahrungen mit dem Mathematikstudium gemacht haben, möchten wir wissen, wie Sie rückblickend Ihr Verständnis der folgenden, in der Schule behandelten Themen einschätzen:

								nicht behandelt
Ableiten / Differenzieren	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Kurvendiskussion	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Extremwertprobleme	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Integrieren	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Grenzwertbestimmung	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Flächen-, Volumenberechnungen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Lineare Gleichungssysteme	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Vektorrechnung	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Geraden, Ebenen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Matrizen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Kombinatorik	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Wahrscheinlichkeiten	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>
Testen von Hypothesen	sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr schlecht	<input type="checkbox"/>

3. Wie gut fühlen Sie sich durch die Schule – im Nachhinein betrachtet – auf das Studium vorbereitet?

sehr gut ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr schlecht

Die nächsten Fragen beziehen sich auf Ihre ersten Erlebnisse und Erfahrungen seit Ihrem Studienbeginn:

4. Wie viel Zeit wenden Sie im Schnitt wöchentlich für die Vor- und Nachbearbeitung der beiden Grundvorlesungen Lineare Algebra I und Analysis I auf?

Lineare Algebra I: ☐ gar keine
☐ weniger als 1 Stunde
☐ 1 bis unter 3 Stunden
☐ 3 bis unter 5 Stunden
☐ 5 Stunden und mehr

Analysis I: ☐ gar keine
☐ weniger als 1 Stunde
☐ 1 bis unter 3 Stunden
☐ 3 bis unter 5 Stunden
☐ 5 Stunden und mehr

5. Wie oft bearbeiten Sie Ihre wöchentlichen Übungsaufgaben in einer Lerngruppe?

☐ nie ☐ selten ☐ manchmal ☐ regelmäßig

6. Als wie hilfreich empfinden Sie das Bearbeiten der Übungsaufgaben in einer Lerngruppe?

sehr hilfreich ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ überhaupt nicht hilfreich

7. Woran lag es, wenn Sie eine Übungsaufgabe nicht lösen konnten?

Ich habe versucht, die Aufgabe zu lösen, hatte aber keine eigene Idee	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Die Aufgabenstellung passte nicht zum Inhalt der Vorlesung	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Wenn ich mich mehr angestrengt hätte, hätte ich es schaffen können	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich hatte keine Zeit	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Mir fehlte die Motivation, mich länger mit der Aufgabe auseinander zu setzen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

8. Woran lag es, wenn Sie eine Übungsaufgabe selbstständig lösen konnten?

Die Aufgabe erforderte nur die Anwendung eines bereits bekannten Lösungsalgorithmus aus der Vorlesung	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe selten Probleme mit den Aufgaben	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe die Lösung in einem Lehrbuch gefunden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe lange und hart an dieser Lösung gearbeitet	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

9. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Sie selbst zu?

Ich muss viel Zeit und Arbeit für das Studium aufwenden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe ähnliche Probleme und Erfolge wie andere Studierende	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich gehöre zu den Leistungsstarken	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich bin dem Leistungsdruck vielleicht nicht gewachsen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich komme mit dem Tempo in den Vorlesungen gut zurecht	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich bewältige die wöchentlichen Übungsaufgaben problemlos	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Die Konkurrenz unter den Studierenden macht mir zu schaffen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich habe mich schnell an die mathematischen Denkprozesse gewöhnt	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Mir ist die Umstellung auf das Mathematikstudium schwer gefallen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich bin mir sicher, dass ich die Klausuren und Prüfungen ohne Probleme bestehen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich besitze genügend Durchhaltevermögen und gebe nicht sofort bei ersten Problemen das Studium auf	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich bekomme Hilfe von anderen Studierenden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich bin mir sicher, dass ich das Studium in der Regelstudienzeit abschließen werde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

10. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihre Dozenten zu?

Sie sind auf die Vorlesungen gut vorbereitet	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Sie können neue Sachverhalte gut erklären	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Sie nehmen sich bei persönlichen Schwierigkeiten Zeit	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Sie empfehlen weiterführende Literatur	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Sie übertragen ihre Begeisterung für Mathematik auf die Studierenden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

11. Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihr Mathematikstudium zu?

Es ist theoretisch und abstrakt	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich lerne, wie Mathematik angewendet wird	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Kenntnisse aus dem Leistungskurs Mathematik sind wesentlich	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich lerne, wie in der Mathematik neue Erkenntnisse gewonnen werden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Es ist praxis- und berufsbezogen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Es ist hart, aber machbar	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Ich lerne, wie mathematische Algorithmen entwickelt werden	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Es kommt mehr auf Verstehen als auf Auswendiglernen an	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
Das Berufsbild des Mathematikers wurde in den Vorlesungen angesprochen	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

12. Wie zufrieden sind Sie...

mit den Studienbedingungen und der Studienorganisation	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit der methodischen Gestaltung der Vorlesungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit der methodischen Gestaltung der Übungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit der Betreuung in den Übungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit den Studienanforderungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihren Leistungen in den Übungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihren Leistungen in den Vorlesungen	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihren Kontakten zu den Professoren	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihren Kontakten zu den Übungsleitern	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihren sozialen Kontakten zu anderen Studierenden	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit der Zusammenarbeit mit anderen Studierenden	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit dem Studium insgesamt	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden
mit Ihrer Entscheidung für das Mathematikstudium	sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr unzufrieden

13. Meine Entscheidung für das Mathematikstudium...

werde ich ändern, wenn mir die Anforderungen zu hart sind	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn mir das Studium zu theoretisch ist	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn das Studium nicht meinen Vorstellungen entspricht	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn ich einen Ausbildungsplatz angeboten bekomme	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich ändern, wenn ich an der Universität einen interessanteren Studiengang finde	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu
werde ich nicht ändern	trifft zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	trifft nicht zu

14. Wenn Sie Ihre ersten Erfahrungen mit dem Mathematikstudium überdenken, wie sicher sind Sie sich, dass Sie das richtige Studienfach gewählt haben?

sehr sicher ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr unsicher

15. Wie hoch schätzten Sie vor Aufnahme Ihres Studiums die Aussichten ein, dieses Studium erfolgreich zu bewältigen?

sehr hoch ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr gering

16. Wie hoch schätzen Sie von Ihrem jetzigen Standpunkt aus die Aussichten ein, dieses Studium erfolgreich zu bewältigen?

sehr hoch ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr gering

Angaben zur Person

18. Geschlecht: männlich ☐ weiblich ☐

19. Geburtsjahr:

20. Geben Sie bitte die Art Ihrer Hochschulreife an:

- ☐ allgemeine Hochschulreife / Abitur
- ☐ fachgebundene Hochschulreife
- ☐ Fachhochschulreife
- ☐ im Ausland erworben

21. Auf welcher Schulform haben Sie Ihre Hochschulreife erworben?

- ☐ Gymnasium
- ☐ Gesamtschule
- ☐ andere, und zwar:

22. Ihre Durchschnittsnote bei Erwerb der Hochschulreife: ,

23. Ihre Mathematik-Punktzahl im Abitur:

24. Hatten Sie Mathematik als Leistungs- oder Grundkurs belegt?

- ☐ Leistungskurs
- ☐ Grundkurs

25. In welchem Fachsemester sind Sie?

26. In welchem Studiengang sind Sie eingeschrieben?

- ☐ Bachelor Mathematik
- ☐ Bachelor Wirtschaftsmathematik
- ☐ Bachelor Technomathematik
- ☐ Diplom Mathematik
- ☐ Staatsprüfung für Lehramt
- ☐ anderer, und zwar:

27. Sind Sie neben dem Studium (während der Vorlesungszeit) erwerbstätig?

- ja ☐ → In welchem zeitlichen Umfang?
- ☐ weniger als 5 Stunden
 - ☐ 5 bis unter 10 Stunden
 - ☐ 10 bis unter 15 Stunden
 - ☐ 15 Stunden und mehr

nein ☐

28. Haben Sie vor Studienbeginn den Vorkurs Mathematik besucht?

- ja ☐ → War der Vorkurs im Nachhinein betrachtet für den Studieneinstieg hilfreich?
- ☐ ja
 - ☐ nein
- nein ☐

Abbildungsverzeichnis

3.1. Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom	28
3.2. Studienfachwechselquoten nach zwei Fachsemestern im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom	39
3.3. Studienbereichwechselquoten nach zwei Fachsemestern in den Studienbereichen Mathematik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften in der Prüfungsgruppe Diplom	48
5.1. Tintos Studienabbruchmodell (Quelle: Tinto (1975), S. 95)	91
5.2. Modell des Studienabbruchprozesses nach HIS (Quelle: Heublein et al. (2009), S. 14)	93
6.1. Derzeitiger Übergang von Schule zu Universität	111
6.2. Gewünschter Übergang von Schule zu Universität	111
6.3. Modellvorstellung der Secondary-Tertiary-Transition	115
8.1. Dendrogramm nach dem Single-Linkage-Verfahren	165
8.2. Dendrogramm nach dem Ward-Verfahren	167

Tabellenverzeichnis

2.1. Studienabbruch (in Prozent) nach HIS (Quelle: Briedis et al. (2008), S. 56)	9
3.1. Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom	25
3.2. Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom . .	27
3.3. Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom . .	27
3.4. Studienfachwechselquoten im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor	29
3.5. Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor .	30
3.6. Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Mathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor .	30
3.7. Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht	33
3.8. Studienfachwechselquoten während des Studiums im Studienfach Mathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht	35
3.9. Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom	37
3.10. Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom	38
3.11. Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Diplom	38
3.12. Studienfachwechselquoten im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor	40

3.13. Studienfachwechselquoten männlicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor	41
3.14. Studienfachwechselquoten weiblicher Studierender im Studienfach Wirtschaftsmathematik nach zwei Fachsemestern in der Prüfungsgruppe Bachelor	42
3.15. Studienfachwechselquoten nach vier, sechs und acht Fachsemestern im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht	44
3.16. Studienfachwechselquoten während des Studiums im Studienfach Wirtschaftsmathematik in der Prüfungsgruppe Diplom differenziert nach Geschlecht	46
3.17. Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienfach	51
3.18. Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienfach und Geschlecht	52
3.19. Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich (sechsjähriges Studium)	54
3.20. Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich (fünfjähriges Studium)	54
3.21. Erfolgsquoten der Diplomanden differenziert nach Studienbereich und Geschlecht	55
3.22. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik auf Basis der Prüfungsjahre 2005 bis 2008	58
3.23. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik auf Basis der Prüfungsjahre 2005 bis 2008	59
4.1. Überblick über die Diplomstudiengänge der Fakultät für Mathematik am Standort Duisburg	67
4.2. Überblick über die Diplomstudiengänge der Fakultät für Mathematik am Standort Essen	67
4.3. Studienabbrüche in den Diplomstudiengängen der Mathematik am Standort Duisburg	71
4.4. Studienabbrüche im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) am Standort Duisburg	71
4.5. Studienabbrüche im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik am Standort Duisburg	72
4.6. Studiengangwechsel in den Diplomstudiengängen der Mathematik am Standort Duisburg	73

4.7. Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Mathematik (inkl. Technomathematik) am Standort Duisburg	74
4.8. Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik am Standort Duisburg	74
4.9. Ziele der Studiengangwechsel nach Fächergruppe am Standort Duisburg	76
4.10. Studienabbrüche im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen	78
4.11. Studiengangwechsel im Diplomstudiengang Mathematik am Standort Essen	80
4.12. Ziele der Studiengangwechsel nach Fächergruppe am Standort Essen	81
4.13. Übersicht Bachelorstudiengänge Mathematik am Standort Duisburg .	83
4.14. Übersicht Bachelorstudiengänge Mathematik am Standort Essen . . .	85
8.1. Items und Ladungen für den ersten Faktor	138
8.2. Items und Ladungen für den zweiten Faktor	139
8.3. Items und Ladungen für den dritten Faktor	139
8.4. Skalenwerte nach der linearen Transformation	140
8.5. Einschätzung (in Prozent) der Fähigkeiten in Analysis, Analytischer Geometrie und Stochastik	140
8.6. Verteilung der Durchschnittsnote im Abitur (in Prozent) differenziert nach Schulform	142
8.7. Verteilung der Mathematiknoten (in Prozent) differenziert nach Schulform und Kursart	143
8.8. Items und Ladungen für den ersten Faktor	145
8.9. Items und Ladungen für den zweiten Faktor	146
8.10. Items und Ladungen für den dritten Faktor	146
8.11. Selbsteinschätzung (in Prozent) zur Umstellung auf das Studium . . .	146
8.12. Items und Ladungen für den ersten Faktor	151
8.13. Items und Ladungen für den zweiten Faktor	151
8.14. Items und Ladungen für den dritten Faktor	151
8.15. Einschätzung (in Prozent) der Fähigkeiten in Analysis, Analytischer Geometrie und Stochastik	152
8.16. Verteilung der Durchschnittsnote im Abitur (in Prozent) differenziert nach Schulform	153
8.17. Verteilung der Mathematiknoten (in Prozent) differenziert nach Schulform und Kursart	154
8.18. Verteilung des Zeitaufwands für die Grundvorlesungen (in Prozent) .	155
8.19. Items und Ladungen für den ersten Faktor	156
8.20. Items und Ladungen für den zweiten Faktor	156
8.21. Items und Ladungen für den dritten Faktor	157

8.22. Items und Ladungen für den vierten Faktor	157
8.23. Einschätzung der bisherigen Umstellung auf das Studium (in Prozent)	158
8.24. Items und Ladungen für den ersten Faktor	159
8.25. Items und Ladungen für den zweiten Faktor	159
8.26. Items und Ladungen für den dritten Faktor	160
8.27. Items und Ladungen für den vierten Faktor	160
8.28. Zufriedenheit mit den vier Dimensionen des Studiums (in Prozent)	160
8.29. Heterogenität der Clusterlösungen	166
8.30. Varianzen der Cluster und Gesamtvarianz der 4-Clusterlösung	168
8.31. Verteilung auf die Cluster nach dem Ward-Verfahren	169
8.32. Verteilung auf die Cluster nach dem k-Means-Verfahren	170
8.33. Wechselmatrix der Clusterzugehörigkeit für das Ward- und das k-Means- Verfahren	170
8.34. Diskriminanzanalyse der 4-Clusterlösung	171
8.35. Kreuzvalidierung der 4-Clusterlösung	171
8.36. Analyse der in der Clusteranalyse verwendeten Variablen	172
8.37. Analyse der Fragen 2, 9 und 12 in Abhängigkeit der Clusterzugehörigkeit	173
8.38. Item-Analyse der Frage 13 in Abhängigkeit der Clusterzugehörigkeit	175
8.39. Verbale Beschreibung der Cluster	176
 B.1. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2005	195
B.2. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2006	196
B.3. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2007	197
B.4. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2008	198
B.5. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Ma- thematik, Prüfungsjahr 2005	199
B.6. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Ma- thematik, Prüfungsjahr 2006	200
B.7. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Ma- thematik, Prüfungsjahr 2007	201
B.8. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Ma- thematik, Prüfungsjahr 2008	202
B.9. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathe- matik, Prüfungsjahr 2005	203
B.10. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathe- matik, Prüfungsjahr 2006	204
B.11. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathe- matik, Prüfungsjahr 2007	205

B.12. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Mathematik, Prüfungsjahr 2008	206
B.13. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005	207
B.14. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006	208
B.15. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007	209
B.16. Erfolgsquoten im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008	210
B.17. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005	211
B.18. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006	212
B.19. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007	213
B.20. Erfolgsquoten männlicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008	214
B.21. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2005	215
B.22. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2006	216
B.23. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2007	217
B.24. Erfolgsquoten weiblicher Studierender im Diplomstudiengang Wirtschaftsmathematik, Prüfungsjahr 2008	218

Literaturverzeichnis

- ABEL, J. (1994): Kurswahl aus Interesse? In: *Die Deutsche Schule* 94, S. 192-203
- ABELE-BREHM, A. & SCHRADI, M. (1998): Befragung von Absolventinnen und Absolventen der Mathematik. Kooperationsprojekt der Universitäten Erlangen-Nürnberg und Kaiserslautern. *Fragebogen*
- ABELE-BREHM, A., KRÜSKEN, J., NEUNZERT, H. & TOBIES, R. (2000): Schulzeit, Studienfachwahl und Erleben des Studiums bei Mathematikerinnen und Mathematikern aus Diplom- und Lehramtsstudiengängen im Vergleich. In: *Bericht Nr. 2 des Projektes „Frauen in der Mathematik“*
- ALCOCK, L. & SIMPSON, L. (2001): The Warwick Analysis Project: Practice and Theory. In: *Holton, D. (Hrsg.): The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study, Kluwer Academic Publishers*, S. 99-111
- ANTHONY, G. (2000): Factors influencing first-year students' success in mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 31, S. 3-14
- APEL, H. J. (1998): Im Rückblick – zufrieden. Studierende über Leben und Lernen in der gymnasialen Oberstufe. In: *Pädagogisches Handeln* 2, S. 59-70
- ARABIE, P. & HUBERT, L. (1994): Cluster Analysis in Marketing Research. In: *Bagozzi, R. (Hrsg.): Advanced Methods of Marketing Research, Blackwell Business, Oxford*, S. 160-189
- ARTELT, C. (1999): Lernstrategien und Lernerfolg – Eine handlungsnahe Studie. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 31, S. 86-96
- ARTELT, C. (2000): Wie prädikativ sind retrospektive Selbstberichte über den Gebrauch von Lernstrategien für strategisches Lernen? In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 14, S. 72-84
- ARTIGUE, M., BATANERO, C. & KENT, P. (2007): Mathematical thinking and learning at post-secondary level. In: *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: a project of the National Council of Teachers of Mathematics. Information Age Publishing, Charlotte, NC*, S. 1011-1049

- BARON-BOLDT, J., SCHULER, H. & FUNKE, U. (1988): Prädikative Validität von Schulabschlussnoten: Eine Metaanalyse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 2, S. 79-90
- BAUMERT, J. et al. (2000): TIMSS/III-Deutschland. Der Abschlussbericht. Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der Schullaufbahn. *Berlin, November 2000*
- BAUMERT, J. et al. (2001): TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente. *Bundeministerium für Bildung und Forschung, Bonn, September 2001*
- BECK, M. (2007): Erfolgsquoten deutscher Hochschulen. In: *Statistisches Bundesamt, Statistik und Wissenschaft* Band 11, S. 84-104
- BERGER, M. & SCHWENK, A. (2006): Zwischen Wunsch und Wirklichkeit: Was können unsere Studienanfänger wirklich? In: *Die neue Hochschule* Heft 2, S. 36-40
- BERWEGER, S., BIERI BUSCHOR, C., KECK FREI, A. & KAPPLER, C. (2010): Studienwünsche am Ende des Gymnasiums – wie sie (nicht) umgesetzt werden. In: *Gymnasium Helveticum* 1, S. 16-22
- BESCHERER, C. (2003): Selbsteinschätzung mathematischer Studierfähigkeit von Studienanfängerinnen und -anfängern – Empirische Untersuchung und praktische Konsequenz. *Dissertation; Pädagogische Hochschule Ludwigsburg*
- BLÖMEKE, S. (2009): Ausbildungs- und Berufserfolg im Lehramtsstudium im Vergleich zum Diplom-Studium – zur prognostischen Validität kognitiver und psychomotivationaler Auswahlkriterien. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 12, S. 82-110
- BLÜTHMANN, I., LEPA, S. & THIEL, F. (2008): Studienabbruch und -wechsel in den neuen Bachelorstudiengängen. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 11, S. 406-429
- BOERNER, S., SEEGER, G., KELLER, H. & BEINBORN, P. (2005): Lernstrategien und Lernerfolg im Studium: Zur Validierung des LIST bei berufstätigen Studierenden. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 37, S. 17-26
- BORNELEIT, P., DANCKWERTS, R., HENN, H.-W. & WEIGAND, H.-G. (2001): Expertise zum Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: *H.-E. Tenorth (Hrsg.): Kerncurriculum Oberstufe. Weinheim: Beltz*, S. 26-53

- BORNMANN, L. & DANIEL, H.-D. (1999): Der Wechsel des Studiengangs an der Universität Gesamthochschule Kassel – Ausmaß und Bedingungen. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 195-207
- BORNMANN, L. & DANIEL, H.-D. (2000): Reliabilität und Konstruktvalidität des Kurzfragebogens zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK). Überprüfung der Testgütekriterien im Rahmen einer Mehrthemenbefragung unter Studierenden. In: *Empirische Pädagogik* 14, S. 391-407
- BORNMANN, L. & DANIEL, H.-D. (2003): Der frühe Studiengangwechsel. Studieneingangsbedingungen und Studiengangwahlmotive in einem ereignisanalytischen Regressionsmodell zur Vorhersage der Wechselneigung im Studium. In: *Empirische Pädagogik* 17, S. 23-37
- BORTZ, J. (2008): Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. *Springer Medizin Verlag, Heidelberg*
- BORTZ, J. & DÖRING, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. *Springer Medizin Verlag, Heidelberg*
- BORTZ, J. & SCHUSTER, C. (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. *Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg*
- BRANDELL, G., HEMMI, K. & THUNBERG, H. (2008): The Widening Gap – A Swedish Perspective. In: *Mathematics Education Research Journal* 20, S. 38-56
- BRANDSTÄTTER, H. & FARTHOFER, A. (2002): Studienerfolgsprognose – konfigurativ oder linear additiv. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 23, S. 381-391
- BRANDSTÄTTER, H. & FARTHOFER, A. (2003a): Einfluss von Erwerbstätigkeit auf den Studienerfolg. In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie* 47, S. 134-145
- BRANDSTÄTTER, H. & FARTHOFER, A. (2003b): Erste Prüfungen – weiterer Studienerfolg. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 50, S. 58-70
- BRANDSTÄTTER, H., FARTHOFER, A. & GRILLICH, L. (2001): Die Stabilität der Studienwahl als Funktion von Interessenkongruenz, Selbstkontrolle und intellektueller Leistungsfähigkeit. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 48, S. 200-218
- BRANDSTÄTTER, H., GRILLICH, L. & FARTHOFER, A. (2002): Studienverlauf nach Studienberatung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 16, S. 15-28

- BRANDSTÄTTER, H., GRILLICH, L. & FARTHOFER, A. (2006): Prognose des Studienabbruchs. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 38, S. 121-131
- BRESSOUD, D. M. (2009): Is the sky still falling? In: *Notices of the AMS* 56, S. 20-25
- BRIEDIS, K., EGOROVA, T., HEUBLEIN, U., LÖRZ, M., MIDDENDORFF, E., QUAST, H. & SPANGENBERG, H. (2008): Studienaufnahme, Studium und Berufsverbleib von Mathematikern. Einige Grunddaten zum Jahr der Mathematik. *HIS: Forum Hochschule*
- BÜHNER, M. (2004): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. *Pearson Studium*
- BÜNING, H. (2004): Breites Angebot an falschen Lösungen. In: *Forschung und Lehre* 11, S. 618-620
- CLARK, M. & LOVRIC, M. (2008): Suggestion for a Theoretical Model for Secondary-Tertiary Transition in Mathematics. In: *Mathematics Education Research Journal* 20, S. 25-37
- CLARK, M. & LOVRIC, M. (2009): Understanding secondary-tertiary transition in mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 40, S. 755-776
- CLARKSON, P. & LEDER, G. C. (1984): Causal Attributions for Success and Failure in Mathematics: a Cross Cultural Perspective. In: *Educational Studies in Mathematics* 15, S. 413-422
- CRAWFORD, K., GORDON, S., NICHOLAS, J. & PROSSER, M. (1994): Conceptions of mathematics and how it is learned: the perspectives of students entering university. In: *Learning and Instruction* 4, S. 331-345
- CRAWFORD, K., GORDON, S., NICHOLAS, J. & PROSSER, M. (1998): Qualitatively different experiences of learning mathematics at university. In: *Learning and Instruction* 8, S. 455-468
- CURDES, B., JAHNKE-KLEIN, S., LANGFELD, B. & PIEPER-SEIER, I. (2003a): Attribution von Erfolg und Misserfolg bei Mathematikstudierenden: Ergebnisse einer quantitativen empirischen Untersuchung. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 24, S. 3-17

- CURDES, B., JAHNKE-KLEIN, S., LOHFELD, W. & PIEPER-SEIER, I. (2003b): Mathematikstudentinnen und -studenten – Studienerfahrungen und Zukunftsvorstellungen. In: *Wissenschaftliche Reihe NFFG, Band 5, Norderstedt*
- CURDES, B., MARX, S., SCHLEIER, U. & WIESNER, H. (Hrsg.) (2007): Gender lehren – Gender lernen in der Hochschule. Konzepte und Praxisberichte. *BIS-Verlag, Oldenburg*
- DE GUZMAN, M., HODGSON, B. R., ROBERT, A. & VILLANI, V. (1998): Difficulties in the passage from secondary to tertiary education. In: *Documenta Mathematica - Extra Volume ICM 1998 III*, S. 747-762
- DE VLEESCHOUWER, M. (2010): An institutional point of view of the secondary-university transition: the case of duality. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 41, S. 155-171
- DELL'MOUR, R. & LANDLER, F. (2002): Akademische Grade zwischen Traum und Wirklichkeit – Einflussfaktoren auf den Studienerfolg. *Schriften des Instituts für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; Wien, Band 17*
- DERBOVEN, W. & WINKER, G. (2010): „Tausend Formeln und dahinter keine Welt“. Eine geschlechtersensitive Studie zum Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* 32, S. 56-78
- DIETER, M., BRUGGER, P., SCHNELLE, D. & TÖRNER, G. (2008a): Zahlen rund um das Mathematikstudium – Teil 1. In: *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 16.1, S. 16-21
- DIETER, M., BRUGGER, P., SCHNELLE, D. & TÖRNER, G. (2008b): Zahlen rund um das Mathematikstudium – Teil 2. In: *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 16.2, S. 106-110
- DREYFUS, T. (1999): Why Johnny can't prove. In: *Educational Studies in Mathematics* 38, S. 85-109
- DUECK, G. (2007): Didaktik für Profs und Mathetik für Studis! In: *Informatik Spektrum* 30, S. 356-361
- DURKHEIM, E. D. (1897): Der Selbstmord. *Luchterhand, Neuwied/Berlin* (1973), Original auf Französisch, 1897.
- EDWARDS, B., DUBINSKY, E. & McDONALD, M. (2005): Advanced Mathematical Thinking. In: *Mathematical Thinking and Learning* 7, S. 15-25

- ENGEL, U. (2000): Determinanten studentischer Qualitätsurteile über Variationsursachen, Verzerrungen und Verantwortlichkeiten. In: *HRK (Hrsg.): Leitbild der Hochschul-Qualität der Lehre. Beiträge zur Hochschulpolitik* 2, S. 127-140
- FELLENBERG, F. & HANNOVER, B. (2006): Kaum begonnen, schon zerronnen? Psychologische Ursachenfaktoren für die Neigung von Studienanfängern, das Studium abzubrechen oder das Fach zu wechseln. In: *Empirische Pädagogik* 20, S. 381-399
- FILIPSSON, L. & THUNBERG, H. (2008): Aims versus Expectations – a Swedish study of problems related to the transition from secondary to tertiary education in mathematics. *Konferenzbeitrag zur Diskussionsgruppe 8 bei der ICME 11*
- FRIES, M. (2002): Abitur und Studienerfolg. Welchen „Wert“ hat das Abitur für ein erfolgreiches Studium? In: *Beiträge zur Hochschulforschung* Heft 1, S. 30-51
- FRIES, M. (2007): Eignungsfeststellungsverfahren und Studienerfolg: Können Eignungskriterien den Studienerfolg prognostizieren? *Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (München), Monographien: neue Folge, Band 75*
- GARFUNKEL, S. A. & YOUNG, G. S. (1998): The sky is falling. In: *Notices of the AMS* 45, S. 256-257
- GARTZ, M., HÜCHTERMAN, M., MRYTZ, B. (1999): Schulabgänger: Was sie können und was sie können müssten. *Kölner Texte & Thesen, Band 53; Deutscher Instituts-Verlag, Köln*
- GENSCH, K. & SANDFUCHS, G. (2007): Den Einstieg in das Studium erleichtern: Unterstützungsmaßnahmen für Studienanfänger an Fachhochschulen. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* 29, S. 6-37
- GEORG, W. (2009): Forschungsprojekt Studiensituation WS 2009/10. *Universität Konstanz, AG Hochschulforschung, Fragebogen*
- GESK, I. (1999): Studienabbruch an Pädagogischen Hochschulen – dargestellt am Studiengang für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen. *Dissertation; Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg*
- GODFREY, D. & THOMAS, M. (2008): Student Perspectives on Equation: The Transition from School to University. In: *Mathematics Education Research Journal* 20, S. 71-92

- GOLD, A. (1988): Studienabbruch, Abbruchneigung und Studienerfolg: Vergleichende Bedingungsanalysen des Studienverlaufs. *Europäische Hochschulschriften, Reihe 6, Psychologie, Band 259*. Verlag: Peter Lang, Frankfurt a.M.
- GOLD, A. (1999): Studienabbruch und Studienerfolg. Ergebnisse aus den Längsschnittuntersuchungen der Frankfurter Arbeitsgruppe Bildungslebensläufe. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis*. Neuwied, Kriftel: Luchterhand, S. 51-65
- GOLD, A. & KLOFT, C. (1991): Der Studienabbruch: Eine Analyse von Bedingungen und Begründungen. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 23, S. 265-279
- GOLD, A. & SOUVIGNIER, E. (2005): Prognose der Studierfähigkeit. Ergebnisse aus Längsschnittanalysen. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 37, S. 214-222
- GRIESBACH, H., BIRK, L. & LEWIN, K. (1992): Studienabbruch – Werkstattbericht als Beitrag zur aktuellen Diskussion. *HIS: Kurzinformation A 7/1992*
- GRIESBACH, H., LEWIN, K., HEUBLEIN, U. & SOMMER, D. (1998): Studienabbruch – Typologie und Möglichkeiten der Abbruchquotenbestimmung. *HIS: Kurzinformation A 5/1998*
- GRIGUTSCH, S. & TÖRNER, G. (1998): World views of mathematics held by university teachers of mathematics science. *Gerhard Mercator Universität; Duisburg*
- GUEUDET, G. (2008): Investigating the secondary-tertiary transition. In: *Educational Studies in Mathematics* 67, S. 237-254
- HABACHER, C. (2008): Die Senkung der Studienabbruchrate. Vorschläge für Maßnahmen für Studierende am Institut für Bildungswissenschaft der Universität Wien. *Diplomarbeit; Universität Wien*
- HANNOVER, B. & KESSELS, U. (2004): Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. In: *Learning and Instruction* 14, S. 51-67
- HANSMANN, K.-W., Rose, M. I. & Wilkens, S. (2006): Studierfähigkeit analysiert im Rahmen des Hochschul E-Assessment Projekts (HEAP). *Universität Hamburg, Institut für Industriebetriebslehre und Organisation, Industrielles Management, Arbeitspapier Nr. 18*

- HARTWIG, J. (1986): Dropout im Universitätsstudium. *Europäische Hochschulschriften, Reihe 11, Pädagogik, Band 292*. Verlag: Peter Lang, Frankfurt a.M.
- HEINE, C., EGELN, J., KERST, C., MÜLLER, E. & PARK, S.-M. (2006): Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. *HIS: Kurzinformation A 2/2006*
- HEINRICH, A. (2008): Das Phänomen Studienabbruch: eine Bestandsaufnahme. *VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken*
- HEINTZ, B. (2000): Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin. *Springer-Verlag, Wien, New York*
- HEINZE, A. & GRÜßING, M. (Hrsg.) (2009): Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium – Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht. *Waxmann, Münster*
- HELDMANN, W. (1984): Studierfähigkeit. *Schriften des Hochschulverbandes, Heft 29*; Verlag: Otto Schwartz & Co., Göttingen
- HELL, B., LINSNER, M. & KURZ, G. (2008): Prognose des Studienerfolgs. In: *Rentschler, M. (Hrsg.): Studieneignung und Studierendenauswahl – Untersuchungen und Erfahrungsberichte*. Shaker-Verlag, Aachen, S. 132-177
- HELMKE, A. & KRAPP, A. (1999): Lehren und Lernen in der Hochschule. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 45, S. 19-24
- HENN, H.-W. & KAISER, G. (2001): Mathematik – ein polarisierendes Schulfach. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 4, S. 359-380
- HERRMANN, W. (2002): Drum wähle, wer sich lange bindet. Universitäten sollten ihre Studenten selbst aussuchen. Das Abitur besagt zu wenig über ihre Eignung für spezielle Studiengänge. In: *Die Zeit* 02/2002
- HEUBLEIN, U., HUTZSCH, C., SCHREIBER, J., SOMMER, D. & BESUCH, G. (2009): Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen. *HIS: Projektbericht, Dezember 2009*
- HEUBLEIN, U., SCHMELZER, R. & SOMMER, D. (2005): Studienabbruchstudie 2005. Die Studienabbrecherquoten in den Fächergruppen und Studienbereichen der Universitäten und Fachhochschulen. *HIS: Kurzinformation A 1/2005*

- HEUBLEIN, U., SCHMELZER, R. & SOMMER, D. (2008a): Die Entwicklung der Studienabbruchquote an den deutschen Hochschulen. *HIS: Projektbericht, Februar 2008*
- HEUBLEIN, U., SCHMELZER, R., SOMMER, D. & WANK, J. (2008b): Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. *HIS: Projektbericht, Mai 2008*
- HEUBLEIN, U., SCHMELZER, R., SOMMER, D. & SPANGENBERG, H. (2002a): Studienabbruchstudie 2002. Die Studienabbrecherquoten in den Fächergruppen und Studienbereichen der Universitäten und Fachhochschulen. *HIS: Kurzinformation A 5/2002*
- HEUBLEIN, U., SPANGENBERG, H. & SOMMER, D. (2002b): Ursachen des Studienabbruchs. *HIS: Hochschulplanung Band 163*
- HEYMANN, H. W. (1996): Mathematikunterricht in der Gymnasialen Oberstufe. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 42, S. 541-556
- HOCKMAN, M. (2005): Curriculum design and tertiary education. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 175-191
- HÖRNER, W. (1999): Studienerfolgs- und Studienabbruchquoten im internationalen Vergleich. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 1-15
- HOLTON, D. (2005): Tertiary mathematics education for 2024. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 305-316
- HOLTON, D., MULLER, E., OIKONNEN, J., SANCHEZ VALENZUELA, O. A. & ZIZHAO, R. (2009): Some reasons for change in undergraduate mathematics enrollments. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 40, S. 3-15
- HÖPPEL, D. & MOSER, K. (1993): Die Prognostizierbarkeit von Studiennoten und Studiendauer durch Schulabschlussnoten. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 7, S. 25-32
- HOYLES, C., NEWMAN, K. & NOSS, R. (2001): Changing patterns of transition from school to university mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 32, S. 829-845

- HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN (2001): Fragebogen zur Studiengangsevaluation für den Diplomstudiengang Mathematik am Institut für Mathematik WS 2001/2002. *Fragebogen*
- HUBER, L. (2009): Von „basalen Fähigkeiten“ bis „vertiefte Allgemeinbildung“: Was sollen Absolventinnen und Absolventen für das Studium mitbringen? In: D. Bosse (Hrsg.), *Gymnasiale Bildung zwischen Kompetenzorientierung und Kulturarbeit*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 107-124
- INGENKAMP, K. (1986): Zur Diskussion über die Leistungen unserer Berufs- und Studienanfänger. Eine kritische Bestandsaufnahme der Untersuchungen und Stellungnahmen. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 32, S. 1-29
- ISAACS, G. (1994): Lecturing practices and note-taking purposes. In: *Studies in Higher Education* 19, S. 203-216
- JONKMANN, K. (2005): Studienabbruch, Studiendauer und Studierenerleben. *Analyse der Studierendenumfrage des Instituts für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin*
- JÜLING, I. & LEHMANN, W. (1997): Zur Auswahl von Schülern für ein Gymnasium mit mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Profil. Praktische Probleme pädagogisch-psychologischer Diagnostik. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 44, S. 44-56
- KAJANDER, A. & LOVRIC, M. (2005): Transition from secondary to tertiary mathematics. McMaster University experience. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 149-160
- KINGSTON, E. (2008): Emotional competence and drop-out rates in higher education. In: *Education and Training* 50, S. 128-139
- KOCH, D. (1999): Studienabbruch an der Hochschule für Wirtschaft und Politik – Fakten und Analysen. In: Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): *Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis*. Neuwied, Kriftel: Luchterhand, S. 133-159
- KOCH, S. (2006): Persönliche Verantwortung für den Studienerfolg. Dimensionen und Korrelate. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 20, S. 243-250
- KOLLAND, F. (2002): Studienabbruch: Zwischen Kontinuität und Krise. Eine empirische Untersuchung an Österreichs Universitäten. *Sociologica* 7; Braumüller, Wien

- KÖLLER, O., BAUMERT, J. & SCHNABEL, K. (1999): Wege zur Hochschulreife: Offenheit des Systems und Sicherung vergleichbarer Standards. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 2, S. 385-422
- KÖLLER, O., DANIELS, Z., SCHNABEL, K. & BAUMERT, J. (2000): Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 14, S. 26-37
- KONEGEN-GRENIER, C. (2002): Studierfähigkeit und Hochschulzugang. *Kölner Texte & Thesen, Band 61*; Deutscher Instituts-Verlag, Köln
- KRIEG, A., VERHULST, F. & WALCHER, S. (2008): 'Lieve Maria' Niederländische Studenten beschwerten sich über den Mathematik-Schulunterricht. In: *Mitteilungen der Deutschen-Mathematiker Vereinigung* 16, S. 22-24
- KROMREY, H. (1995): Evaluation der Lehre durch Umfrageforschung? Methodische Fallstricke bei der Messung von Lehrqualität durch Befragung von Vorlesungsteilnehmern. In: *Mohler, P. Ph. (Hrsg.): Universität und Lehre*; Waxmann-Verlag, Münster
- KROMREY, H. (2001): Studierendenbefragungen als Evaluation der Lehre? Anforderungen an Methodik und Design. In: *Engel, U. (Hrsg.): Hochschulranking. Zur Qualitätsbewertung von Studium und Lehre*; Campus, Frankfurt/M., New York, S. 11-47
- KÜTTING, H. (1982): Brauchen wir ein Nulltes Semester in Mathematik? Ein Beitrag zur Reform des Bildungswesens. In: *Mathematica Didactica* 5, S. 213-223
- LANDSMAN, K. (2008): Where have all the students gone? In: *Nieuw Archief voor Wiskunde* 5/9, S. 138-140
- LEVIATAN, T. (2008): Bridging a Cultural Gap. In: *Mathematics Education Research Journal* 20, S. 105-116
- Lewin, K. (1999): Studienabbruch in Deutschland. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis*. Neuwied, Kriftel: Luchterhand, S. 17-49
- LIENERT, G.A. & RAATZ, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. *Psychologische Verlags Union, Weinheim*
- LIND, G. & SANDMANN, A. (2003): Lernstrategien und Domänenwissen. In: *Zeitschrift für Psychologie* 211, S. 171-192

- LUK, H. S. (2005): The gap between secondary school and university mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 161-174
- LUX, V. (2007): Eignung und Anpassung. Studienleistungen prognostizieren mit 'Studierfähigkeits'-Tests? In: *Forum Wissenschaft* Heft 4
- MAHER, R. J. (2000): Reform in the first year calculus sequence for mathematics and science majors: An eleven year study. In: *Primus* 10, S. 267-272
- MAYR, J. (1998): Fragebögen zur Erkundung des Lehrens und Lernens an der Pädagogischen Akademie. Eine Materialsammlung. *Pädagogische Akademie der Diözese Linz*
- MEEHAN, M. (2002): Students Meeting Advanced Mathematics for the First Time: Can Mathematics Education Research Help? In: *Bulletin of the Irish Mathematical Society* 49, S. 71-82
- MEIER, B.-D. (2003): Ist der Erfolg im Jurastudium vorhersagbar? Empirische Befunde zum Zusammenhang zwischen Schulnoten und Abschneiden im Ersten Juristischen Staatsexamen. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* 25, S. 18-35
- MEINEFELD, W. (1999): Studienabbruch an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 83-104
- MEINEFELD, W. (2007): Studienabbruch- und Studienfachwechsel in der Soziologie: Ein Blick hinter die Zahlen. In: *Soziologie* 36, S. 45-62
- MESSING, M. (2006): Abbruch – wenn es nicht mehr weitergeht. In: *Das Studium: Vom Start zum Ziel. Lei(d)tfaden für Studierende. Springer (Berlin, Heidelberg)*, S. 291-298
- MEYER, T. (1999): Studienabbruch an schweizerischen Hochschulen. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 67-81
- MILLETT, K. (2001): Making Large Lectures Effective: An Effort to Increase Student Success. In: *Holton, D. (Hrsg.): The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study, Kluwer Academic Publishers*, S. 137-152

- MILLIGAN, G. (1996): Clustering Validation: Results and Implications for Applied Analyses. In: *Arabie, P., Hubert, L. & De Soete, G. (Hrsg.): Clustering and Classification, World Scientific Publishing, River Edge, New Jersey*, S. 341-375
- MILLIGAN, G. & HIRTLE, S. (2003): Clustering and classification methods. In: *J. Schinka & W. Velicer (Hrsg.): Comprehensive Handbook of Psychology (Volume 2), Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey*, S. 165-186
- MISCHAU, A. & BLUNCK, A. (2006): Mathematikstudierende, ihr Studium und ihr Fach: Einfluss von Studiengang und Geschlecht. In: *Mitteilungen der Deutschen-Mathematiker Vereinigung* 14, S. 46-52
- MOORE, R. C. (1994): Making the transition to formal proof. In: *Educational Studies in Mathematics* 27, S. 249-266
- MOOSBRUGGER, H. & REIß, S. (2005): Determinanten von Studiendauer und Studienerfolg im Diplomstudiengang Psychologie. Eine Absolventenstudie. In: *Zeitschrift für Evaluation* 2, S. 177-194
- MOOSBRUGGER, H., JONKISZ, E. & FUCKS, J. W. (2006): Studierendenauswahl durch die Hochschulen – Ansätze zur Prognostizierbarkeit des Studienerfolgs am Beispiel des Studiengangs Psychologie. In: *Report Psychologie* 31, S. 114-123
- MOSER, K. & HÖPPEL, D. (1992): Analyse von Studienzeiten mittels Sterbetafelanalyse. In: *Empirische Pädagogik* 6, S. 401-416
- NARDI, E. (1996): The Novice Mathematician's Encounter With Mathematical Abstraction: Tensions in Concept-Image Construction and Formalisation. *Dissertation; University of Oxford*
- NOTTER, P. & ARNOLD, C. (2006): Der Übergang ins Studium II. Bericht zu einem Projekt der Konferenz der Schweizerischen Gymnasialrektoren (KSGR) und der Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten (CRUS). *Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF, Bern*
- OATES, G., PATERSON, J., REILLY, I. & STATHAM, M. (2005): Effective tutorial programmes in tertiary mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 731-739
- OECD (2009): Bildung auf einen Blick – Wesentliche Aussagen der Ausgabe 2009
- OIKKONEN, J. (2004): Mathematics between its two faces. In: *Matematiikan Opetuksen Tutkimuspäivät Oulussa* 25.-26.11.2004, S. 23-30

- OIKKONEN, J. (2008): Good Experiences in Teaching Beginning Math Students in Helsinki. In: *ICMI Bulletin* 62, S. 74-80
- OIKKONEN, J. (2009): Ideas and results in teaching beginning maths students. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 40, S. 127-138
- PARNELL, S. & STATHAM, M. (2007): An effective preparation for tertiary mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 38, S. 869-879
- PASTERNAK, P. (2006): Möglichst bruchloser Bruch – Die Gestaltung der Schnittstelle Schule – Hochschule. In: *Zeitschrift für Beratung und Studium* 1, S. 10-16
- POHLENZ, P. & TINSNER, K. (2004): Bestimmungsgrößen des Studienabbruchs – Eine empirische Untersuchung zu Ursachen und Verantwortlichkeiten. *Potsdamer Beiträge zur Lehrevaluation, Band 1; Universitätsverlag Potsdam*
- POHLHAUSEN, A. (2005): Studieninteressenfragebogen für Offizierbewerber bei der Offizierprüfzentrale der Bundeswehr. *Dissertation, Universität Dortmund*
- POLACZEK, C. & HENN, G. (2007): Studienerfolg an der Fachhochschule Aachen – Eingangsvoraussetzungen, Prognose, Validität. *Bericht, Fachhochschule Aachen*
- POLACZEK, C. & HENN, G. (2008): Vergleichende Auswertung des Mathematik-Eingangstests. *Bericht, Fachhochschule Aachen*
- PORST, R. (2008): Fragebogen. Ein Arbeitsbuch. *VS Verlag für Sozialwissenschaften, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden*
- RINDERMAN, H. & AMELANG, M. (1994): Entwicklung und Erprobung eines Fragebogens zur studentischen Veranstaltungsevaluation. In: *Empirische Pädagogik* 8, S. 131-151
- RINDERMAN, H. & OUBAID, V. (1999): Auswahl von Studienanfängern durch Universitäten – Kriterien, Verfahren und Prognostizierbarkeit des Studienerfolgs. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 20, S. 172-191
- RINDERMAN, H. & WAGNER, A. (1998): Skalen der Lehrevaluation: Welche Aspekte sollen in universitären Lehrveranstaltungen beurteilt werden? In: *G. Krampen & H. Zayer (Hrsg.), Psychologiedidaktik und Evaluation I. Bonn: Deutscher Psychologen-Verlag*, S. 295-316

- RINDERMANN, H. & WAGNER, A. (2003): Studienabbruch und Fachwechsel: Ursachen und Interventionsmöglichkeiten. In: *G. Krampen & H. Zayer (Hrsg.), Psychologiedidaktik und Evaluation IV. Bonn: Deutscher Psychologen-Verlag*, S. 232-249
- RYLANDS, L. J. & COADY, C. (2009): Performance of students with weak mathematics in first-year mathematics and science. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 40, S. 741-753
- SAFUANOV, I. S. (2005): The genetic approach to the teaching of algebra at university. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 257-270
- SCHICHL, H. & STEINBAUER, R. (2009): Einführung in das mathematische Arbeiten. Ein Projekt zur Gestaltung der Studieneingangsphase an der Universität Wien. In: *Mitteilungen der Deutschen-Mathematiker Vereinigung* 17, S. 244-246
- SCHIEFELE, U. & JACOB-EBBINGHAUS, L. (2006): Lernermerkmale und Lehrqualität als Bedingungen der Studienzufriedenheit. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 20, S. 199-212
- SCHIEFELE, U., KRAPP, A., WILD, K.-P. & WINTELER, A. (1993): Der „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI). In: *Diagnostica* 39, S. 335-351
- SCHIEFELE, U., STREBLOW, L., ERMGASSE, U. & MOSCHNER, B. (2003): Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 17, S. 185-198
- SCHIEFELE, U. & SCHREYER, I. (1994): Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 8, S. 1-13
- SCHIEFELE, U., STREBLOW, L. & BRINKMANN, J. (2007): Aussteigen oder Durchhalten – Was unterscheidet Studienabbrecher von anderen Studierenden? In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 39, S. 127-140
- SCHINDLER, G. (1997): „Frühe“ und „späte“ Studienabbrecher. *Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung; Band 49*
- SCHINDLER, G. (1999): Fallstudien zum Studienabbruch: „Frühe“ und „späte“ Studienabbrecher. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 161-179

- SCHINDLER, G. & SCHÜLLER, J. (1993): Die Studieneingangsphase. Studierende an der Universität Regensburg im ersten und zweiten Fachsemester. *Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung; Band 33*
- SCHOTT, D., SCHRAMM, T., STRAUß, R. & RISSE, T. (2007): Thesen zur Mathematikausbildung von Ingenieuren. In: *Wismarer Frege-Reihe* Heft 02/07
- SCHRÖDER-GRONOSTAY, M. (1999): Studienabbruch – Zusammenfassung des Forschungsstandes. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 209-240
- SCHULZ, U. & NIEBERGALL, A. (1996): Mathematikkenntnisse von Studienanfängern: Anspruch und Realität. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 10, S. 211-222
- SEDLACEK, G. (2003): Analyse der Studiendauer und des Studienabbruch-Risikos unter Verwendung der statistischen Methoden der Ereignisanalyse. *Forschungsergebnisse der Wirtschaftsuniversität Wien, Band 4. Verlag: Peter Lang, Frankfurt a.M.*
- SELDEN, A. (2005): New developments and trends in tertiary mathematics education: Or, more of the same? In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 36, S. 131-147
- SPADY, W. G. (1970): Dropouts from Higher Education: An Interdisciplinary Review and Synthesis. In: *Interchange* 1, S. 64-85
- SPIES, K., WESTERMANN, R., HEISE, E. & SCHIFFLER, A. (1996): Diskrepanzen zwischen Bedürfnissen und Angeboten im Studium und ihre Beziehungen zur Studienzufriedenheit. In: *Empirische Pädagogik* 10, S. 377-409
- SPIES, K., WESTERMANN, R., HEISE, E. & HAGEN, M. (1998): Zur Abhängigkeit der Studienzufriedenheit von Diskrepanzen zwischen Fähigkeiten und Anforderungen. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 45, S. 36-52
- SPIESS, C. (1997): Studienwechsel – Ausmaß, Bedingungen und Folgen. *Verlag Rüegger AG, Chur, Zürich*
- SPIESS, C. (1999): Der Studienfachwechsel – Verbote für einen Abbruch oder Ausgangspunkt für einen erfolgreichen Abschluß? In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 181-193

- TALL, D. (2008): The Transition to Formal Thinking in Mathematics. In: *Mathematics Education Research Journal* 20, S. 5-24
- TAYLOR, P., WHITELEY, W. & BARBEAU, E. (2009): Why the sky is still falling. In: *Notices of the AMS* 56, S. 448
- THIEL, F., BLÜTHMANN, I., LEPA, S. & FICZKO, M. (2006): Ergebnisse der Befragung der Studierenden in den Bachelorstudiengängen an der Freien Universität Berlin (Sommersemester 2006).
- THIEL, F., BLÜTHMANN, I., LEPA, S. & FICZKO, M. (2007): Ergebnisse der Befragung der exmatrikulierten Bachelorstudierenden an der Freien Universität Berlin (Sommersemester 2007).
- THIEL, F., VEIT, S., BLÜTHMANN, I., LEPA, S. & FICZKO, M. (2008): Ergebnisse der Befragung der Studierenden in den Bachelorstudiengängen an der Freien Universität Berlin (Sommersemester 2008).
- TIETZ, H. & OBERSCHELP, W. (1998): Voraussetzungen für das Studium der Mathematik. In: W. Heldmann (Hrsg.): *Studieren heute: Erwartungen der einzelnen Studienfächer an ihre Studienanfänger; eine Hilfe für Schüler, Eltern und Berater*. Verlag K.H. Bock, Bad Honnef
- TINTO, V. (1975): Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. In: *Review of Educational Research* 45, S. 89-125
- TINTO, V. (1982): Limits of Theory and Practice in Student Attrition. In: *Journal of Higher Education* 53, S. 687-700
- TINTO, V. (1988): Stages of Student Departure. Reflections on the Longitudinal Character of Student Leaving. In: *Journal of Higher Education* 59, S. 438-455
- TÖRNER, G. & GRIGUTSCH, S. (1993): „Mathematische Weltbilder“ bei Studienanfängern – eine Erhebung. *Schriftenreihe des Fachbereichs Mathematik, Band 224; Gerhard Mercator Universität*
- TOUTENBERG, H., SCHOMAKER, M. & WISSMAN, M. (2006): Arbeitsbuch zur deskriptiven und induktiven Statistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- TRAPMANN, S., HELL, B., WEIGAND, S. & SCHULER, H. (2007): Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs – eine Metaanalyse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 21, S. 11-27

- TROST, G. & BICKEL, H. (1979): Studierfähigkeit und Studienerfolg. *Minerva-Fachserie Pädagogik. München*
- VAN ROSSUM, E. J. & SCHENK, S. M. (1984): The relationship between learning conception, study strategy and learning outcome. In: *British Journal of Educational Psychology* 54, S. 73-83
- VOELKLE, M. & SANDER, N. (2008): University Dropout – A Structural Equation Approach to Discrete-Time Survival Analysis. In: *Journal of Individual Differences* 29, S. 134-147
- WEBER, K. (2001): Student Difficulty in Constructing Proofs: The Need for Strategic Knowledge. In: *Educational Studies in Mathematics* 48, S. 101-119
- WECK, M. (1991): Der Studienfachwechsel. *Europäische Hochschulschriften, Reihe 6, Psychologie, Band 341. Verlag: Peter Lang, Frankfurt a.M.*
- WELLHÖFER, P. R. (2003): Studienabbruch und „Dropouts“ an der Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg. *Sonderdruck Schriftenreihe der Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg, Nr. 24*
- WERKL, T. (2008): „Motive für ein Pädagogik-Studium“. Eine empirische Untersuchung zur Studienwahlmotivation von StudienanfängerInnen und DiplomandInnen des Studiums der Pädagogik an der Universität Wien. *Diplomarbeit, Universität Wien*
- WESTERMANN, R., HEISE, E., SPIES, K. & TRAUTWEIN, U. (1996): Identifikation und Erfassung von Komponenten der Studienzufriedenheit. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 43, S. 1-22
- WHITELEY, M. A. & FENSKE, R. H. (1990): The College Mathematics. Experiences and Changes in Majors: A Structural Model Analysis. In: *The Review of Higher Education* 13, S. 357-386
- WILD, K.-P. & SCHIEFELE, U. (1994): Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 15, S. 185-200
- WILLAND, I. (2007): Studienverlaufsanalysen: Informationsbedarf und Datenverfügbarkeit. In: *Wirtschaft und Statistik 11/2007, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden*, S. 1072-1078

- WILLET, J. B. & SINGER, J. D. (1991): From Wether to When: New Methods for Studying Student Dropout and Teacher Attrition. In: *Review of Educational Research* 61, S. 407-450
- WINKER, G., WOLFFRAM, A. & DERBOVEN, W. (2008): Studienabbruch von Frauen in den Ingenieurwissenschaften – Analyse Studienabbruch relevanter Studiererlebnisse zur Exploration von Ansatzpunkten zur Erhöhung der Bindungskräfte technischer Studiengänge. *Auswertung der Online-Befragung Teil 1, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung*
- WINTELER, A. & SIERWALD, W. (1987): Entwicklung und Überprüfung eines Fragebogens zum Studieninteresse (FSI). In: *Hochschulausbildung* 5, S. 223-242
- WINTELER, A., SIERWALD, W. & SCHIEFELE, U. (1988): Interesse, Leistung und Wissen: Die Erfassung von Studieninteresse und seine Bedeutung für Studienleistung und fachbezogenes Wissen. In: *Empirische Pädagogik* 2, S. 227-250
- WITTENBERG, R. & ROTHE, T. (1999): Studienabbruch sowie Studienfach- und Studienortwechsel an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg. In: *Schröder-Gronostay, M., Daniel, H.D. (Hrsg.): Studienerfolg und Studienabbruch. Beiträge aus Forschung und Praxis. Neuwied, Kriftel: Luchterhand*, S. 105-131
- WOLFFRAM, A., DERBOVEN, W. & WINKER, G. (2007): Women Dropouts in Engineering Studies. In: *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences* 2, S. 95-102
- WOLFFRAM, A., DERBOVEN, W. & WINKER, G. (2009a): Studienabbruchtypen in den Ingenieurwissenschaften. In: *Liebig, B. (Hrsg.): Handbuch Gender-Kompetenz; vdf Hochschulverlag*, S. 90-97
- WOLFFRAM, A., DERBOVEN, W. & WINKER, G. (2009b): Women withdrawers in engineering studies. Identity formation and learning culture as gendered barriers for persistence? In: *Equal Opportunities International* 28, S. 36-49
- WOLFFRAM, A., DERBOVEN, W. & WINKER, G. (2009c): Konflikte und Bindungserlebnisse von Studienabbrecherinnen in den Ingenieurwissenschaften. In: *Thaler, A. & Wächter, C. (Hrsg.): Geschlechtergerechtigkeit in Technischen Hochschulen. Theoretische Implikationen und Erfahrungen aus Deutschland, Österreich und Schweiz. München, Wien: Profil-Verlag*, S. 139-147

- WOOD, L. (2001): The Secondary-Tertiary Interface. In: *Holton, D. (Hrsg.): The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study*, Kluwer Academic Publishers, S. 87-98
- WSW (2008): Studienvoraussetzungen in Mathematik. Ergebnisse der Befragungen von Professoren, Erstsemestern, Mathematiklehrern. *Abschlußbericht Mai 2008*, WSW Wirtschafts- und Sozialforschung, Kerpen
- ZIMMERMANN, K., HEUSGEN, K., MÖLLER, C. & ZUPANIC, M. (2007): Studiengangsbezogene Dropoutanalysen: Konzeption, Ergebnisse und Empfehlungen für die Technische Universität Dortmund. *Projektbericht*
- ZIMMERMANN, S. (2008): Gründe für den Studienabbruch an der ETH Zürich. *Masterarbeit, ETH Zürich*